

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL USO DE BIOINSUMOS EN LA
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN 5 COMUNIDADES DE LA ZONA SUR DE LA
BIÓSFERA DE RÍO PLÁTANO**

POR:

ORLEN RENAN BENITEZ AGUILAR

TESIS



**INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL USO DE BIOINSUMOS EN LA
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN 5 COMUNIDADES DE LA ZONA SUR DE LA
BIÓSFERA DE RÍO PLÁTANO**

**POR:
ORLEN RENAN BENITEZ AGUILAR**

JOSUE DAVID MATUTE AGUILAR M. Sc
Asesor Principal

**TESIS
PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

CATACAMAS

ABRIL 2023

OLANCHO, C.A.

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO:

Por ser mi fiel ayudador en todo momento, la luz que alumbra mi vida todos los días, por no haber dejado que me rinda en ningún momento e iluminarme para salir adelante, porque todo lo que tengo, lo que puedo y lo que recibo es regalo que él me ha dado.

A MI MADRE:

Martha Consuelo Aguilar López, con mucho amor por su apoyo incondicional en todo este proceso, confianza y cariño, gracias infinitas por inculcarme valores éticos, morales y por su fe en mí y por enseñarme a tener fe en Dios.

A MI PADRE:

José Santos Benitez Hernández, por enseñarme a ser alguien diferente y a levantarme una y otra vez, por su enorme ejemplo y por estar pendiente de todas mis preocupaciones y necesidades.

A MIS HERMANOS:

Wilson, Cesia y Carolina Benitez por su ayuda y apoyo incondicional que me brindaron en los momentos que más lo he necesitado.

AGRADECIMIENTO

A DIOS, le agradezco por todo lo bueno y maravilloso, por ser mi guía espiritual y fortaleza en todo el trayecto de mi vida, por ayudarme a cumplir mis metas y por iluminar mi camino en todo momento.

A mis padres Martha Aguilar y José Benitez por su apoyo incondicional, por estar siempre para mí y escucharme cuando más los necesito.

A mi alma mater (UNAG) Universidad Nacional de Agricultura, por formarme en todo este proceso he inculcarme valores que conllevan mi crecimiento personal y profesional.

A mis asesores: MSc. Josué David Matute, M Sc. Wendy Leonela Castellanos, M Sc. Emilio Javier Fuentes por dirigirme y supervisar mi trabajo. Gracias por su paciencia y comprensión.

A mis compañeros y amigos Mario, Flor, Cesar, Marlon, Brayan, Elmer, Pedro, Samuel, Marco, Kevin, Nelson, Eduar por ser parte de todo este proceso

A cada uno de los productores Osman Rivera, Santiago Villatoro, Maritza Tome, Juan Escoto y José Guzmán que siempre estuvieron dispuestos a apoyarme en lo que se requería

Al proyecto Mi Biósfera y técnicos por darme la oportunidad de realizar mi tesis bajo sus ordenes

A toda mi familia que ha estado pendiente de mi persona principalmente mis abuelos y tíos.

A Catalina Reyes que me cuida desde el cielo, mis amigos y amigas Cecia Rivera, Erlin Escoto, Flhor, Sindy, Eymi, Darwin, Wilmer, Alex, Misael, Omar, Marisela, Roger, Orlando, Naldo, Isaac, David, Franco, Suyapa, Carmen, Elder, Misael, Josué, Eduardo y Belkis por ser parte de este proyecto.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	1
2.1 General:	1
2.2 Específicos:	1
III REVISION DE LITERATURA	2
3.1 Problemática de la agricultura a nivel mundial.....	2
3.1.1 A nivel de Honduras	3
3.2 Importancia de la innovación agrícola.....	4
3.3 Agricultura sostenible y agroecología	6
3.3.1 Importancia de hacer uso de la agroecología para satisfacer las necesidades humanas.....	7
3.4 Procesos agroecológicos.....	8
3.5 Caracterización e implicancias tecno-económicas de los bioinsumos agrícolas 10	
3.5.1 Tipos de abonos orgánicos	12
3.5.2 Clasificación de los bioinsumos agrícolas	13
3.6 Tipos de fermentaciones que se pueden dar para la elaboración de bioinsumos 15	
3.6.1 Fermentación aeróbica.....	15
3.6.2 Fermentación anaeróbica.....	16

3.7	Las 3 m del suelo (microbiología, materia orgánica y minerales)	17
3.7.1	Microbiología del suelo	18
3.7.2	Materia orgánica.....	19
3.7.3	Minerales	21
3.8	Composición del estiércol bovino	23
IV	MATERIALES Y MÉTODO	25
4.1.1	Tipología de fincas	26
4.1.2	Análisis de sistemas	27
4.2	Identificación de las fuentes de materia prima locales	29
4.2.1	Cálculo de nutrientes basado en los diferentes tipos de estiercoles estimados en las fincas de la Biósfera	31
4.3	Cálculo de nutrientes basado en origen vegetal producido en las fincas	32
4.3.1	Recolección de harinas de rocas	33
4.3.2	Elaboración de bioinsumos biofertilizantes	33
4.4	Aceptación y percepción de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos 35	
V	RESULTADO Y DISCUSION	42
5.1	Caracterización de las fincas.....	42
5.2	Análisis de sistema de las Fincas estudiades.....	47
5.3	Identificar las fuentes de materia prima locales para la elaboración de bioinsumos de calidad	59
5.3.1	Producción de materias primas de origen animal para la producción de abonos orgánicos.....	59
5.3.2	Producción de materias primas de origen vegetal	66
5.3.3	Producción de materias primas de origen mineral (harinas de roca)	66
5.4	Determinar la aceptación y percepción comunitaria de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos.	68
VI	CONCLUSIONES	73
VII	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFIA	75
	ANEXOS.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principales tipos de bioestimulantes, según su efecto sobre los cultivos.....	14
Figura 2. Principales tipos de biocontroladores para el control de plagas	15
Figura 3. Procesos químicos de digestión aerobia.....	16
Figura 4. Evolución de la materia orgánica que llega al suelo.....	21
Figura 5. Minerales primarios y secundarios según su origen	22
Figura 6. Ubicación geográfica de las fincas estudiadas en la zona sur de Biósfera de Río Plátano	25
Figura 7. Inventario de ganado para medir porcentaje de producción de materias primas .	27
Figura 8. Análisis de sistema por finca	29
Figura 9. Usos del suelo, cobertura vegetal perfil longitudinal y perfil de elevación F. Granadillo Rojo.	43
Figura 10. Usos del suelo, cobertura vegetal perfil longitudinal y perfil de elevación F. Santiago Villatoro.....	44
Figura 11. Usos del suelo, cobertura vegetal perfil longitudinal y perfil de elevación F. Osmán Rivera	45
Figura 12. Usos del suelo, cobertura vegetal perfil longitudinal y perfil de elevación F. los Cedros.....	46
Figura 13. Usos del suelo, cobertura vegetal perfil longitudinal y perfil de elevación Huerto Gudiel.	47
Figura 14. Análisis de sistema Finca Granadillo Rojo	49
Figura 15. Análisis de sistema Finca Santiago Villatoro	52
Figura 16. Análisis de sistema Finca Osmán Rivera.....	54
Figura 17. Análisis de sistema Finca Los Cedros.....	57
Figura 18. Análisis de sistema Huerto Gudiel.....	59
Figura 19. Identificación de las comunidades que cuentan con potencial para hacer harina de rocas.....	68
Figura 20. Nivel de dificultad de la elaboración considerado por los productores	70
Figura 21. Bioinsumos elaborados que pueden dar mayor rendimiento según los productores	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Producción de materias primas diarias y anuales y su % nutricional de cada material.....	31
Tabla 2. Contenido de nutrientes de material vegetal.....	32
Tabla 3. Estimación anual de estiércol de vaca por finca en kg/año de vacas totales y estabuladas por ordeño	61
Tabla 4. Estimación anual del porcentaje nutricional que se podría obtener si recolectaran el estiércol bovino durante dos horas al día	62
Tabla 5. Estimación anual del porcentaje nutricional en kg que podrían obtener si recolectaran el estiércol de vaca (estabuladas por ordeño) durante dos horas al día	62
Tabla 6. Estimación anual de estiércol de cerdo en kg.....	64
Tabla 7. Estimación de producción de gallinaza al año por finca	65
Tabla 8. Estimación de nutrientes en kg que podrían obtener al año si recolectaran y trataran la gallinaza	66

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Boleta de campo para la recolección de estiércol	80
Anexo 2. Boleta de campo para coleccionar datos sobre minerales	80
Anexo 3. Ficha de campo para la identificación de plagas	81
Anexo 4. Recolección de rocas de diferentes colores	81
Anexo 5. Bioinsumos Elaborados	83
Anexo 6. I Momento	85
Anexo 7. II Momento	85
Anexo 8. III Momento.....	88
Anexo 9. Conocimiento por parte de los productores en función de la elaboración de bioinsumos.....	89
Anexo 10. Fotografías del trabajo realizado	89
Anexo 11. Cálculo de zonificación de las Fincas Granadillo Rojo, Santiago Villatoro y Osmán Rivera	95

RESUMEN

El trabajo se realizó en la zona sur de Reserva del Hombre y Biósfera de Río Plátano (RHBRP) en el municipio de Dulce Nombre de Culmi, departamento de Olancho. El objetivo de la presente fue evaluar la percepción campesina de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos en la producción agrícola en 5 fincas de la zona sur de la Biósfera de Río Plátano. Para realizar el trabajo se utilizó el software Qgis, el programa diagrams.net, infografías, boletas de campo, entrevistas, encuestas, excel estadístico, estimación y cuantificación de materias primas de origen animal, vegetal, mineral para conocer el potencial de producción de materias primas para la elaboración de biopreparados. Como resultados se obtuvieron 7 tipos de biopreparados para la producción agrícola entre ellos 2 tipos de abonos sólidos, 2 tipo de biofertilizante, 1 biorepelentes, 2 controladores de plaga. Se estudio la percepción campesina mediante el uso de encuestas y entrevistas, evaluando el aprendizaje de lo elaborado, se aplicó un pequeño porcentaje de los bioinsumos elaborados en compañía con los productores durante 3 repeticiones por finca cada 8 días con el propósito de instruir a los productores a cómo aplicar los bioinsumos. De acuerdo a resultados obtenidos los productores tienen una muy buena percepción de la elaboración de los bioinsumos, en la cual los encuestados coincidieron en su disposición para optar por este tipo de prácticas en transición hacia la agricultura más amigable con el medio ambiente y que el aprendizaje obtenido fue muy amplio. Las fincas intervenidas cuentan con fuerte potencial de recursos locales para hacer abonos orgánicos con fuentes de origen animal y vegetal, microorganismos y minerales los cual pueden recibir tratamiento y aprovechar el porcentaje nutricional.

Palabras claves: evaluar, percepción, campesina, cuantificación, biopreparados, aprendizaje, compañía, optar, finca.

I INTRODUCCIÓN

La reserva del hombre y la Biosfera del Río Plátano (RHBRP), se ubica en la región nor-oriental de Honduras y es considerada una de las áreas protegidas más importantes del país, fue creada en 1980, mediante el decreto N. 977-80 (ICF 2013). En 1982, la UNESCO, se le otorgó a esta reserva la categoría de Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad, debido a la composición del Patrimonio de la Humanidad por la diversidad terrestre, ecosistemas marinos y culturales. y por su riqueza antropológica ha sido incluida en la Red Mundial de Reservas de Biosfera, reconocida con esta categoría únicamente como zona núcleo, de conformidad al Decreto 170-97 (Sierra 2022).

Los riesgos iniciaban desde 1980, ya que contaba con una extensión de 18,836 km², pero fue diezmado por los Taladores y campesinos ilegales, por lo que en el año 1996 habiendo perdido más de la mitad de sus zonas selváticas, la reserva pasó a la categoría de peligro, que le fue retirada en el año 2007. Actualmente las iniciativas que del Estado de Honduras han sido insuficientes e ineficaces para proteger la integridad de la Biosfera del Hombre y el Río Plátano, Patrimonio de la Humanidad declarado por la UNESCO (Sierra 2022).

Últimamente el avance de la frontera agrícola ha sido un tema de mucha preocupación, ya que una vez que los productores adquieren las tierras destruyen el bosque y lo convierten en áreas agrícolas y ganaderas, (ICF 2013). Por otro lado Guevara y Paredes (2021) mencionan que los datos disponibles en la plataforma Global Forest Watch muestran que entre 2001 y 2020, la Reserva de la Biosfera Río Plátano perdió 59.9 mil hectáreas de bosque primario húmedo.

Matute (2014), afirma que otra problemática de interés es el uso de técnicas agrícolas tradicionales que se realizan, ya que se sigue un patrón cultural heredado de Padres a Hijos, sumado al poco conocimiento de otras técnicas benéficas. El proceso de colonización a partir de 1960 sometió el territorio de la Reserva en un acelerado deterioro de los recursos naturales, principalmente por la tala indiscriminada, quemas descontroladas y avance de la frontera agrícola.

Aquí presenta las alternativas existentes y una de ella es la agroecología como la agroecología que promueve estrategias para mitigar el cambio climático, pues su baja dependencia y utilización de insumos externos lo mismo que el potenciamiento de los saberes asociados con el manejo de la agrobiodiversidad y su conservación, son elementos indispensables que permiten enfrentar de mejor manera la incertidumbre que este fenómeno conlleva. (Alberto y Marín 2012)

Por tanto, el trabajo de investigación propone el uso de bioinsumos en la producción agrícola, como técnica de fortalecimiento a productores de cinco comunidades de la zona sur la RHBRP, actualmente la categoría de Reserva declarada por la UNESCO está en peligro a partir de 1960 como producto de la colonización, predominando prácticas inadecuadas agrícolas, ganaderas, la elaboración de insumos surge como alternativa viable con acciones implementadas a los sistemas agrícolas locales.

II OBJETIVOS

2.1 General:

Evaluar la percepción campesina de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos en la producción agrícola.

2.2 Específicos:

Identificar las fuentes de materia prima locales para la elaboración de bioinsumos de calidad.

Calcular el aporte nutricional de las materias primas locales para la elaboración de bioinsumos

Determinar la aceptación y percepción comunitaria de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos.

III REVISION DE LITERATURA

3.1 Problemática de la agricultura a nivel mundial

En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápido y extensamente, que, en ningún otro período de tiempo lo cual puede comprometer, para los próximos 100 años, la vida en el planeta (Farhad, 2012). En efecto, en las últimas décadas, el sistema socioeconómico y su modelo basado en la relación producción-consumo, se ha globalizado de forma muy significativa, impactando el sistema bio-geofísico del planeta, de tal manera que ya se habla de una nueva era geológica llamada Antropoceno (Crutzen, 2002 citado por (Suarez et al. 2019).

La agricultura utiliza alrededor de 4 750 millones de hectáreas de tierras para el cultivo y la ganadería. Los cultivos temporales y permanentes que se producen ocupan más de 1 500 millones de hectáreas, mientras que los prados y pastos permanentes ocupan casi 3 300 millones de hectáreas (FAO 2021).

Andrade (2018), menciona que el medio ambiente se ve seriamente afectado por la agricultura sus principales efectos negativos son la erosión, degradación del suelo por deforestación, laboreo excesivo, la contaminación de agua, tierra y el aire con biocidas que afectan a los humanos, animales vertebrados e insectos benéficos, la pérdida de biodiversidad, la emisión de gases de efecto invernadero, pérdida de tierra agrícola por salinización, agotamiento de fuentes de agua y pérdida de los servicios ecosistémicos.

La agricultura es uno de los sectores más vulnerables al cambio climático a nivel mundial, ya que es altamente sensible a los cambios de temperatura y a los regímenes de precipitación.

Los modelos climáticos prevén cambios drásticos en las condiciones climáticas en muchas regiones de mundo, incluyendo cambios en temperatura, precipitación e incremento en la frecuencia y severidad de eventos extremos como sequías y huracanes (Viguera et al. 2017).

FAO (2021) sustenta que los factores que impulsan la demanda de recursos de tierras y aguas son complejos. La FAO calcula que en 2050 la agricultura tendrá que producir casi un 50% más de alimentos, fibras y biocombustibles que en 2012 para satisfacer la demanda mundial y mantenerse en buen camino para lograr el “hambre cero” de aquí a 2030.

A medida que se intensifica la agricultura, la convergencia de datos indica el alcance y la gravedad de la degradación de la tierra, que consiste en la erosión del suelo, el agotamiento de los nutrientes y el aumento de la salinidad. La degradación provocada por el ser humano afecta al 34% esto es, 1 660 millones de hectáreas de los terrenos agrícolas (FAO 2021).

3.1.1 A nivel de Honduras

Banco Central de Honduras (2022), menciona que la agricultura y el agro procesamiento aportan casi el 23 por ciento del PIB y emplean al 36.5 por ciento de la mano de obra nacional. Las condiciones agroecológicas de Honduras son adecuadas para producir una amplia gama de productos agrícolas y productos básicos; y el país cuenta con diversos subsectores de cultivos, ganadería y silvicultura. Honduras es un productor mundialmente competitivo de café, frutas, verduras y crustáceos.

Los bosques ocupan en la actualidad el 30,8% de la superficie terrestre mundial. La superficie forestal total es de 4 060 millones de hectáreas, o aproximadamente 0,5 ha por persona, pero los bosques no están distribuidos de manera equitativa en todo el mundo (FAO 2020).

La superficie forestal disminuyó del 32,5% al 30,8% en los tres decenios comprendidos entre 1990 y 2020. Esto representa una pérdida neta de 178 millones de hectáreas de bosques.

Sin embargo, la tasa media de pérdida neta de bosques ha descendido aproximadamente un 40% entre 1990-2000 y 2010-2020 (FAO y PNUMA 2020).

El año con la mayor afectación fue 2020, cuando se perdieron 6.56 mil hectáreas. Un análisis realizado por el ICF revela que en Río Plátano cada año se pierden entre 2600 y 2700 hectáreas de bosque, sin embargo, por la pandemia del COVID-19, ese número aumentó dramáticamente, alcanzando casi las 9000 hectáreas por año (Guevara y Paredes 2021)

“Guevara y Paredes (2021)” menciona que un representante miskito explica que la deforestación se ha intensificado en los últimos años: funcionarios, ministros y militares envían a otros para que vayan a comprar tierras, pero la inversión económica es de ellos. En las comunidades solo se conocen a los testaferros que están comprando y vendiendo tierra; los verdaderos propietarios están escondidos bajo la sombra. Se ha triplicado el dato de deforestación en toda la reserva, en la zona de Ebans, Sico Paulaya, Dulce Nombre de Culmí y Wampusirpi, que son las zonas amortiguamiento de Río Plátano.

3.2 Importancia de la innovación agrícola

Si la tecnología actual produce resultados óptimos y los indicadores productivos cubren las expectativas alimenticias de exportación y de ingresos directos al productor, entonces la pregunta sería ¿para qué innovar? La decisión entre innovar o no, y para qué, se relaciona con el balance entre las necesidades actuales y los satisfactores de bienes de uso directo o indirecto disponibles y producidos a partir de la innovación (Guevara y Rodríguez, 2011 Citado por Guevara Hernández *et al.* 2019).

Es un hecho que, a partir de la necesidad de resolver un problema (cambio climático, crisis de fertilizantes, recesión económica global), se originan procesos creativos en paralelo, y que la creatividad es un elemento fundamental para lo que actualmente enfrentamos y que se ha vuelto una amenaza. La innovación agrícola surge como esa necesidad de los cambios

drásticos y modificaciones de medios de vida para crear alternativas viables (Ramírez et al. 2015).

La innovación es un componente clave del desarrollo sostenible para encontrar nuevas tecnologías y formas de resolver la problemática ambiental de tal forma encontrar soluciones más efectivas e incrementar la rentabilidad económica, social y ambiental de nuestro entorno, también permite producir más alimentos, y mejores materias primas, y pueden hacerlo sin deteriorar el ambiente y orientándose más bien a la adaptación al cambio climático (IICA 2017).

En el contexto de las intensivas presiones del medio ambiente asociadas al cambio climático, de la creciente volatilidad del mercado y del descenso de la inversión del sector público en la agricultura, la capacidad de innovar de los pequeños agricultores en ausencia de una intervención exterior es aún más importante para alcanzar la seguridad alimentaria mundial (Bragdon y Smith 2015).

La capacidad de innovación es la habilidad de la organización, para transformar continuamente el conocimiento y las ideas en nuevos productos, procesos y sistemas para el beneficio de la organización. Además esta capacidad es una característica permanente distinta del éxito en un momento específico de tiempo que pueda lograr una empresa u organismo por la innovación de un producto o servicio (Pedraza s. f.).

La capacidad de innovación es un capital, un valor de carácter intangible, que determina el éxito a futuro de una organización, o sea que el futuro se relaciona directamente con la situación presente y la capacidad de cambio (Sainz de Vicuña 2006). La innovación es más que un simple indicador de fácil identificación y medida, posee características complejas y sistemáticas, es decir necesita verse desde diferentes puntos de vista (Leonela et al. 2009).

3.3 Agricultura sostenible y agroecología

La agricultura sostenible como pilar de las estrategias actuales propone reducir el uso de agroquímicos, cuya producción dependa de fuentes renovables de materia prima y energía, el sector agrícola tiene el desafío ineludible de mantener la producción y la rentabilidad reemplazando la utilización de agroquímicos y antibióticos, para dar paso a una agronomía y una ganadería basadas en prácticas más naturales y sostenibles, teniendo para esto a la naturaleza como aliada (Mamani y Filippone 2018).

El interés en la sostenibilidad de la agricultura y de los sistemas productivos comenzó a gestarse alrededor de 1950, aunque hay registro de ideas sobre sostenibilidad que datan de escritos antiguos en China, Grecia y Roma (Pretty, 2008). Actualmente, el interés se centra en la necesidad de desarrollar tecnologías y prácticas agrícolas que: 1) no tengan efectos adversos en el ambiente, 2) sean accesibles y efectivos para el agricultor, 3) mejoren la productividad alimentaria, y 4) tengan efectos positivos en los bienes y servicios ambientales (Fernando et al. 2020).

La agricultura sustentable surgió como una manera de enfrentar la crisis rural atendiendo las necesidades autosuficiencia alimentaria familiar, cuidado del entorno ecológico y reducción de los costos de producción agrícola. Los proyectos iniciales fueron realizados por grupos de campesinos e indígenas, en ocasiones acompañados por organizaciones comunitarias y no gubernamentales (Morales Hernández et al. 2014).

El concepto de sustentabilidad implica una visión de largo plazo, considerando las relaciones sociedad-naturaleza en procesos de desarrollo (WCED 1987), que de acuerdo con Toledo (2000) busca una «modernidad alternativa». Esta modernidad alternativa, referida básicamente a un desarrollo más integral, se basa en nuevas éticas planetarias, solidarizándose con todos los miembros de la especie humana, y con todos los seres vivos y elementos del planeta (Toledo 1999 citado por Gerritsen 2009).

Las nuevas visiones frente a la ética y el ambiente, los desarrollos vertiginosos hacia las sociedades del conocimiento y de la informática y los avances tecnológicos plantean diferentes alternativas para que la agricultura brinde un soporte real al desarrollo sostenible. Entre estas se destacan las buenas prácticas agrícolas (BPA), la agroecología, la agricultura orgánica, la agricultura específica por sitio, el uso de la biotecnología y recientemente el interés renovado en la producción de biocombustibles (Turner, 1995 citado por Ondarza-Beneitez 2017).

Mientras que la modernización agrícola avanzó, la relación entre la agricultura y la ecología se debilitó en la medida en que los principios ecológicos fueron ignorados. Un gran número de personas están preocupadas por la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas actuales de producción agrícola. Existe evidencia que muestra, una serie de problemas económicos, sociales y ambientales (Conway y Pretty, 1991 citado por Altieri, M y Nicholls *et al.* 2000).

3.3.1 Importancia de hacer uso de la agroecología para satisfacer las necesidades humanas

La necesidad humana de los productos saludables que nos aporta la tierra debe ir acompañada del respeto y consideración hacia sus recursos. Por ello, la calidad de los productos alimenticios en el futuro dependerá de la manera en la cual tratamos el suelo, agua y aire. Si tratamos los recursos naturales con respeto y cuidado, sin agotar ni contaminar el suelo, la naturaleza nos lo agradecerá con un buen rendimiento y grandes cosechas en el futuro (Molina 2020).

El consumo de alimentos ecológicos es favorable porque suelen tener mayor concentración de varios nutrientes y antioxidantes, lo que ayuda en la lucha contra enfermedades y también contienen menos residuos de plaguicidas. En el caso de productos animales, el consumo ecológico nos expone menos a las bacterias resistentes a los antibióticos, algo que se está convirtiendo en un problema serio para la salud animal y humana (Faber 2014).

La calidad nutricional de los productos ecológicos es superior al de los convencionales, ya desde mediados de los años 70 los trabajos de Schuphan (1975), resultado de 12 años de investigación, mostraban que los productos ecológicos superaban a los convencionales en el contenido de proteínas (18%), vitaminas (28%), azúcares totales (19%) y minerales como el hierro (17%), potasio (18 %), calcio (10%) y fósforo (13%) mientras los componentes indeseables como los nitratos eran muy inferiores (-93%) (Morales 2007).

Los alimentos que están contaminados por patógenos o productos químicos no son seguros para su consumo y no pueden ser considerados como alimentos ya que los mismos repercuten de forma considerable en la salud humana y su forma de producción afecta el planeta. Los brotes de enfermedades de transmisión alimentaria pueden tener consecuencias catastróficas tanto para los consumidores como para los productores (FAO 2021).

3.4 Procesos agroecológicos

El concepto de proceso ecológico proviene del ámbito de la ecología aplicada, que define los procesos ecológicos esenciales como aquéllos que son gobernados, apoyados o intensamente arbitrados por los ecosistemas y que son indispensables para la producción de alimentos, la salud y otros aspectos de la supervivencia humana y del desarrollo sostenido. Uno de los tres objetivos fundamentales de la conservación se centra precisamente en mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales (Machado 2011).

Los procesos ecológicos pueden estar anidados a más de dos escalas. Por ejemplo, unos instantes de luz solar penetrando el dosel de la vegetación puede estimular el proceso de fotosíntesis a nivel de unas cuantas células del tejido foliar de una planta del bosque. Este proceso fotosintético se repite en múltiples ocasiones a todo lo largo y ancho del dosel de un bosque, durante las horas que el sol irradia al ecosistema (Maass 2004).

Un análisis similar se puede hacer con otros procesos ecológicos, como la erosión de los suelos, la humedad atmosférica, las tasas de descomposición de la hojarasca y la dinámica poblacional de bacterias, por sólo mencionar algunos ejemplos. Más aún, todos estos procesos no sólo están relacionados entre sí, sino además controlan y son controlados por una intrincada red de relaciones funcionales, que también opera de forma anidada y jerárquica a diferentes escalas espaciales y temporales (Maass 2004).

La agroecología propone una agricultura, bajo un enfoque ecológico, con un nuevo marco teórico, para analizar los procesos agrícolas de manera más amplia y simple. De manera holística, que estudie la sociedad global en condiciones de producción agraria, considerando los agro-sistemas como unidades, basado en su naturaleza y principios que la rigen. Surge así, un nuevo paradigma para el desarrollo sustentable de nuestras sociedades rurales (MartínezCastillo 2002).

La agroecología no promueve recetas técnicas, sino principios, que cuando se aplican en una región particular, toman diferentes formas tecnológicas dependiendo de las necesidades socioeconómicas de los agricultores y sus circunstancias biofísicas (Altieri 1995, Gliessman 1998).

Cada práctica está vinculada a uno o más principios, contribuyendo así a su manifestación en la función de los agroecosistemas. Las prácticas aplicadas ponen en marcha las interacciones ecológicas que impulsan procesos claves para el funcionamiento del agroecosistema (Nicholls *et al.* 2015).

Según Gauthier (2016), menciona que los principios son un conjunto de directrices que constituyen a los pilares fundamentales de la agroecología, su práctica e implementación se basan en características principales como: la agroecología promueve principios más que normas 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.

3.5 Caracterización e implicancias tecno-económicas de los bioinsumos agrícolas

La industria mundial de fertilizantes se inició a mediados del siglo XIX, periodo en el que se empezaron a comercializar diversos tipos de fertilizantes. Actualmente la mayoría de los sistemas de producción agrícolas están obligados a la búsqueda de mejores fuentes tecnológicas de producción, destinadas especialmente a mejorar las propiedades físicas del suelo para tener un producto de calidad y con alta rentabilidad; es por eso que el bioinsumo es una alternativa para tener un producto sano y de alta calidad (Mamani y Filippone 2018).

Según Quispe y Valdez (2020) 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), que permitiría utilizar recursos naturales renovables en la agricultura, orientadas a resolver diferentes problemas como el estrés hídrico. La utilización de los bioinsumos está teniendo mayor protagonismo debido a que el mundo necesita más proyectos sanos, ecológicos e inocuos (IICA, 2012 Citado por Quispe y Valdez 2020).

Los bioinsumos son una alternativa para mejorar la producción agrícola y de fácil alcance para las poblaciones rurales y urbanas su elaboración son de procesos relativamente sencillos su correcta utilización no ofrece riesgos como los productos químicos que por su mal uso producen daño irremediable a la salud del ser humano incluso pudiendo producir enfermedades como la degeneración genética y por qué no hablar de los graves daños medio ambientales además de la pérdida de la microbiología en el suelo ,la pérdida de enemigos naturales (Cáceres 2018).

Existen alrededor de 1500 bioproductos que se utilizan en todo el mundo de los cuales el 50% corresponde a microorganismos, 25% a macroorganismos; 15% a feromonas y 10% de extractos de plantas. En términos de productos los insumos que más se comercializan son bioinsecticidas y biofungicidas, debido a que el ataque de las plagas y enfermedades es frecuente en los diferentes cultivos (New Ag International 2014 citado por Hidalgo 2017).

El uso de biocontroladores cuenta con una serie de beneficios, tales como no dejar residuos químicos y actuar de manera más específica y permanente sobre la población de plaga que origina el problema, y lograr múltiples efectos en muchos casos (Fischbein, 2012). A su vez, son productos factibles de emplearse de manera complementaria con agroquímicos y en distintos casos pueden incluso hasta sustituirlos (Monzón et al. 2021).

En términos técnicos y económicos en torno a su implementación a campo, se destacan como ventajas la modalidad de aplicación adaptada a las prácticas productivas vigentes (su empleo no significa mayores esfuerzos técnicos por parte de los productores agrícolas), así como un precio de mercado competitivo en relación con los productos de síntesis química (excepto para el caso de macroorganismos para cultivos extensivos) (Monzón et al. 2021).

Los bioinsumos son productos obtenidos a partir de la descomposición, mediante diferentes vías, de los desechos de origen animal y vegetal y que aplicados correctamente al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas (Cajamarca 2012).

En la fertilización orgánica todas las fuentes de nutrientes son válidas: excrementos de vaca, de cerdos, de pollos, desperdicios vegetales, pero para que se empleen como fertilizantes deben ser convertidos en abonos orgánicos Arango (2017) por otro lado, Ramos y Terry (2014) afirman que anualmente se produce una cantidad considerable de residuos agrícolas, pero solo una cierta parte de esta es aprovechada directamente para la alimentación, dejando una gran cantidad de desechos, los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental.

García y Félix (2014) mencionan que la agricultura orgánica está orientada a mantener los cultivos libres de enfermedades y plagas, para esto se aplican tecnologías que aprovechan los recursos locales, buscando la sustentabilidad de los cultivos. Este enfoque se basa en el uso de todos los recursos orgánicos de los que se dispongan para convertirlos en bocashi, lombricompost, abonos líquidos, fermentos y harina, lo que servirá para incorporar nutrimentos y microorganismos al suelo.

3.5.1 Tipos de abonos orgánicos

La calidad del abono está relacionada con los materiales que lo originan y con el proceso de elaboración, esta variación será tanto en contenido de nutrimentos como de microorganismos en la composta madura, y en base a estas variaciones se modificará su potencial, García y Félix (2014).

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales, la combinación de abono orgánico, materia orgánica y fertilizantes minerales, ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, Gómez Álvarez y Regino (2015). Los abonos orgánicos tienden a influir de manera favorable sobre la fertilidad física del suelo, sobre su estructura, aireación, porosidad, estabilidad, infiltración, conductividad hidráulica y sobre la capacidad de retención de agua Murray (2011).

De acuerdo con su naturaleza, pueden ser sólidos y líquidos y a su vez, orgánicos (todos aquellos que tiene su origen en los seres vivos, animales o vegetales) e inorgánicos (incluye todos aquellos residuos de origen mineral y sustancias o compuestos sintetizados por el hombre). Esta clasificación simplificada abarca la diversidad y heterogeneidad en la composición química de los materiales y sus interrelaciones con las actividades generadoras (Álvarez et al. 2018).

Los abonos líquidos, incorporan nutrimentos al suelo y aportan mejorar la actividad microbiana del mismo. El compost humificado de lombriz, la leonardita soluble, el guano, el té de compost, fertilizante de humus líquido con caldo sulfocálcico, y el caldo de estiércol de caballo, son los más usados, por su fácil preparación y manejo (García y Herrán 2014).

La agricultura orgánica promueve su uso por los múltiples beneficios a nivel físico, químico, microbiológico y orgánico, dando beneficios al suelo y a la planta. La composta, la lombricomposta, el bocashi y el abono a base de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) son los cuatro abonos orgánicos más usados, todos permiten el aprovechamiento de los desperdicios

de los cultivos y animales para convertirlos en materia orgánica o humus (Garcia y Herran 2014).

Muchos de estos procesos y elaboración de bioproductos son por la vía de fermentaciones, en la que se descomponen aeróbicamente o anaeróbicamente residuos orgánicos, por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los mismos residuos, esta descomposición es controlada, y da como resultado un material parcialmente estable que continuará su ciclo de descomposición pero más lentamente (Félix Herrán et al. 2008).

Dentro del manejo orgánico de los cultivos y huertos familiares se incluyen también los caldos minerales, que son soluciones que nutren a la planta, bloquean metales pesados y estimulan el crecimiento de raíces; los caldos minerales son compuestos elaborados a base de minerales como el azufre, cobre y calcio. Son de gran utilidad en la agricultura debido a que ayudan al control de enfermedades fungosas y como insecticida (Félix Herrán *et al.* 2008).

3.5.2 Clasificación de los bioinsumos agrícolas

Los bioinsumos pueden ser clasificados en dos grandes grupos: biofertilizantes y biopesticidas. Asimismo, en estas categorías se pueden identificar subcategorías, por ejemplo, dentro de los biofertilizantes se distinguen los bioestimulantes del crecimiento, inoculantes microbianos, bioestabilizadores, incluyendo también en este grupo a los abonos orgánicos, humus y guano. Dentro de los biopesticidas se distinguen los microbiocidas, los bioinductores de la defensa vegetal contra plagas y enfermedades y los biorepelentes (Mamani y Filippone 2018).

Biofertilizantes son inoculantes microbianos que pueden encontrarse en presentaciones sólidas o líquidas; contienen cepas de células vivas o latentes que son eficientes para la fijación de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos o microorganismos celulolíticos utilizados

en la aplicación de semillas o en las raíces, con el objetivo de aumentar estos microorganismos y acelerar los procesos microbianos que aumentan el crecimiento de las raíces, además de proporcionar la disponibilidad de nutrientes (Morales s. f.).

Biopesticidas son cierto tipo de pesticidas derivados de materiales naturales, tales como animales, plantas, bacterias y ciertos minerales. Estos juegan un papel importante al proveer herramientas al manejo de plagas en áreas donde existe una resistencia a los pesticidas químicos (Sharma y Malik, 2012). La EPA define a los biopesticidas como cierto tipo de pesticidas derivados de materiales naturales como animales, plantas, bacterias y ciertos minerales (Ondarza-Beneitez 2017).

Bioestimulantes son sustancias que trabajan tanto fuera como dentro de la planta, aumentando la disponibilidad de nutrientes, mejorando la estructura y fertilidad de los suelos, incrementando la velocidad, la eficiencia metabólica y fotosintética (FUMEX, 2012). Otros autores definen a los bioestimulantes como fertilizantes líquidos que ejercen funciones fisiológicas al aplicarlos a los cultivos, así como, son moléculas biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas o fisiológicas de las plantas (Gallardo, 1998 citado por Permatasari 2015).



Figura 1. Principales tipos de bioestimulantes, según su efecto sobre los cultivos

Fuente: Monzón (2021)

Biocontroladores todo producto conformado por organismos vivos, extractos o compuestos derivados de ellos, utilizados para el control de plagas y enfermedades que afectan la producción agrícola. Generalmente representan poco o ningún riesgo para las personas o el

ambiente. Es importante comprender que un mismo agente biológico puede tener más de un efecto benéfico sobre las plantas (Monzón et al. 2021).



Figura 2. Principales tipos de biocontroladores para el control de plagas

Fuente: Monzón (2021)

3.6 Tipos de fermentaciones que se pueden dar para la elaboración de bioinsumos

Las fermentaciones son procesos metabólicos llevado a cabo por microorganismos, bacterias y levaduras bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas que se utilizan para obtener energía y tener características físico-químicas controladas en el que se potencia deliberadamente el crecimiento de los microorganismos que consumen una cantidad de sustrato y enriquecen, por medio del cultivo los productos de su metabolismo (Bailón 2012).

3.6.1 Fermentación aeróbica

Es un proceso del suelo bien aireado todos los compuestos que se encuentran en los residuos vegetales son sujetos a oxidación, en medios aeróbicos se producen tres reacciones fundamentales; los compuestos carbonados son oxidados por enzimas para producir: CO₂, H₂O, energía y biomasa de los organismos descomponedores, los nutrientes esenciales (N, P, y S) son liberados o inmovilizados por una serie de reacciones específicas que son exclusivas para cada elemento, se forman compuestos muy resistentes a la acción microbiana (Corbella y Fernández 2011).

La digestión aeróbica consiste en procesos realizados por diversos grupos de microorganismos, principalmente bacterias y protozoos que, en presencia de oxígeno actúan sobre la materia orgánica disuelta, transformándola en productos finales inocuos y materia celular. Es un proceso mediante el cual los lodos son sometidos a una aireación prolongada en un tanque separado y descubierto, el proceso involucra la oxidación directa de la materia orgánica biodegradable y la autooxidación de la materia celular (FAO et al. 2011).

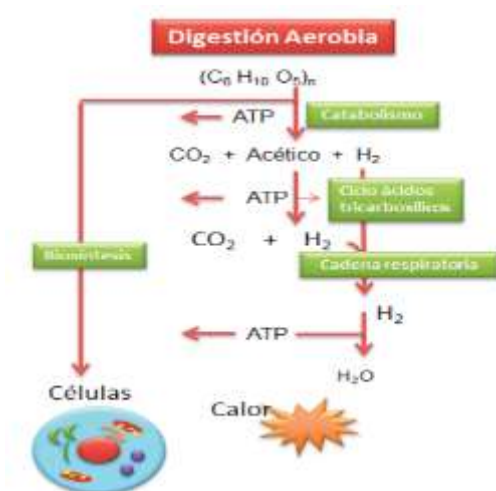


Figura 3. Procesos químicos de digestión aerobia

Fuente: Corrales (2015)

3.6.2 Fermentación anaeróbica

El proceso fermentativo de las bacterias anaerobias comprende una serie de procesos, que interactúan entre sí, en una serie de reacciones metabólicas complejas en ausencia de oxígeno, haciendo parte importante de los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y azufre, entre otros. Estos procesos metabólicos se han dividido en 3 grupos o etapas principales: 1) hidrólisis y fermentación, 2) acetogénesis y 3) metanogénesis (Corrales *et al.* 2015).

Hidrólisis: En esta etapa los compuestos orgánicos son solubilizados por enzimas excretadas por bacterias hidrolíticas que actúan en el exterior celular por lo que se consideran

exoenzimas. La hidrólisis es, por tanto, la conversión de los polímeros en sus respectivos monómeros(Acosta 2005).

Según Reyes Aguilera (2018) acetogénesis: en esta el material orgánico es fermentado por varios organismos, formando así compuestos que pueden ser utilizados primeramente por los microorganismos metanógenos (acético, fórmico, H_2), y compuestos orgánicos más reducidos (láctico, etanol, propiónico, butírico) que propiamente deben ser oxidados por las bacterias acetogénicas a pequeños sustratos, que le sean factibles de utilizar a las bacterias metanógenas (Gerardi, 2003).

La metanogénesis es un proceso estrictamente anaerobio, siendo el metano el producto principal del metabolismo microbiano. La fisiología de estos organismos está clasificada en tres rutas metabólicas principales: (1) hidrogenotróficos, los cuales metabolizan H_2 y CO_2 ; (2) acetoclásticos, que consumen acetato y (3) metilotróficos, quienes utilizan sustratos metilados (Laloui-Carpentier et al. 2006 y Whitman 2006 citado por Rodríguez 2016).

Según Reyes Aguilera (2018) Es un proceso biológico en el que la materia biológica del residuo, en ausencia de oxígeno, se degrada o descompone por la actividad de unos microorganismos específicos transformándose en un gas de un elevado contenido energético o biogás y en otros productos que contienen la mayor parte de los componentes minerales y compuestos de difícil degradación que se denomina lodo (Garrido, Flotats, Fernández, & Palatsi, 2009).

3.7 Las 3 m del suelo (microbiología, materia orgánica y minerales)

La teoría de la Trofobiosis es justamente la antítesis de esa agricultura altamente dependientes de insumos externos y peligrosa para la salud planetaria y humana, la esencia de las diferencias radica, aparte de lo técnico-científico, en su filosofía que va más allá de lo

estrictamente mercantilista y enfoca los procesos como un todo interrelacionado el uno con el otro (Chaboussou 1994).

El suelo en sí es un ecosistema muy complejo, donde minerales y materia orgánica, el agua y el aire, comparten un espacio de gran actividad fisicoquímica, dentro de la población microbial se tienen bacterias, actinomicetos, cianobacterias, hongos, algas, protozoarios y virus. En general, los microorganismos más abundantes en el suelo son las bacterias, aunque los hongos (por su mayor tamaño) representan alrededor del 70% de la biomasa. Torsvik et al. (1990) afirmaron que en un gramo de suelo pueden encontrarse 10.000 especies diferentes de microorganismos (Osorio 2009).

En la actividad microbiana se dan innumerables interacciones que afectan las poblaciones de los organismos que la habitan, así mismo, los factores medioambientales pueden afectar directa o indirectamente las poblaciones microbianas. La actividad microbial del suelo es bastante diversa y hace parte de los ciclos biogeoquímicos de varios elementos (C, N, O, P y S, entre otros). Como actividades específicas en el suelo se incluyen la descomposición de la materia orgánica (Correa 2016).

Los organismos del suelo (biota), incluyendo los microorganismos, usan los residuos de las plantas y los animales y los derivados de la materia orgánica como alimentos. A medida que descomponen los residuos y la materia orgánica, los nutrientes en exceso (nitrógeno, fósforo y azufre) son liberados dentro del suelo en formas que pueden ser usadas por las plantas (disponibilidad de nutrientes). Los productos de deshecho producidos por los microorganismos contribuyen a la formación de la materia orgánica (Mendez 2019).

3.7.1 Microbiología del suelo

En esta región edáfica interactúan las raíces de las plantas con el suelo y sus microorganismos, lo que en consecuencia reporta beneficios para las plantas, mejora la

fertilidad del suelo y favorece la degradación de sustancias químicas tóxicas. Se trata de una asociación conocida como rizocenosis, que permite bien la obtención de alimento, como en las micorrizas, o bien la fijación del nitrógeno, en la cual participan generalmente bacterias, denominadas rizobacterias (Marquez 2021).

La microbiología del suelo se le puede definir como el estudio de los microorganismos que habitan en el suelo, una serie de tramas de redes tróficas microorganismos que son patógenos para las plantas y microorganismos que son capaces de controlar a esos patógenos su actividad metabólica, sus diversas funciones en el flujo de la energía y en procesos de formación y degradación del suelo y en todos los ciclos elementales fundamentales: carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y hierro (Soria 2016).

Los microorganismos son los encargados de descomponer la materia orgánica en nutrientes simples, que pueden ser utilizados por las plantas y a la vez por ellos mismos es por esa razón que son importantes en nuestro planeta ya que sin ellos, la vida en nuestro planeta no sería posible ya que la materia orgánica se acumularía y no habría disposición de nutrientes para las plantas (Jiménez 2011).

La degradación de los compuestos orgánicos liberados por las plantas a través de las raíces ya es en sí mismo un mecanismo por el cual las bacterias rizas féricas promueven el crecimiento de las plantas. El resultado de la degradación de compuestos orgánicos como proteínas y aminoácidos es la liberación de nitrógeno mineral (NH_3) que es directamente asimilado por las plantas, o es transformado por las bacterias nitrificantes en formas oxidadas (NO_3) que son también asimiladas por la planta (Lobo 2012).

3.7.2 Materia orgánica

La materia orgánica del suelo es el almacén más importante de carbono orgánico en el planeta y está compuesta de las mismas moléculas de las que están hechas los seres vivos que no han

podido ser transformadas a su forma elemental, por ello en el suelo hay residuos que provienen de plantas, animales y microorganismos (Lopez 2020).

La fertilidad natural de un suelo está determinada en gran parte por la presencia de materia orgánica en este, los principales microorganismos que se encuentran son bacterias, hongos y algas. Bajo la acción de estos microorganismos los residuos se van descomponiendo y transformando más o menos lentamente, en compuestos orgánicos variados (fedeaagro 2019).

A pesar de ser la fracción menor de la composición del suelo, la materia orgánica es el componente principal que determina la calidad y productividad del suelo. La fertilidad, la disponibilidad de agua, la susceptibilidad a la erosión, la compactación, e incluso la resistencia de las plantas a los insectos y las enfermedades, dependen en gran medida de la materia orgánica del suelo (Docampo 2014).

Descomposición y transformación de la materia orgánica del suelo

Del 75 – 90 % de los restos orgánicos están constituidos por agua, una fracción pequeña de MO está constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, y en su mayor parte están formadas por las llamadas sustancias húmicas, estas sustancias húmicas han sido divididas grupos de acuerdo a su solubilidad en soluciones ácidas y básicas concentradas: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas (Birkhofer et al. 2008).

¿Qué es oxidatio? es un proceso oxidativo una vez oxidada, lo que queda de la materia orgánica ha sido definida como humus, que es un material oscuro, heterogéneo y coloidal y responsable en gran parte de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos. De la energía liberada, una parte es usada por los microorganismos y el resto se queda entre los residuos o es disipada como calor. Los nutrientes liberados son esenciales para el crecimiento de las plantas y absorbidos a través de su sistema radical (Cajamarca 2012).

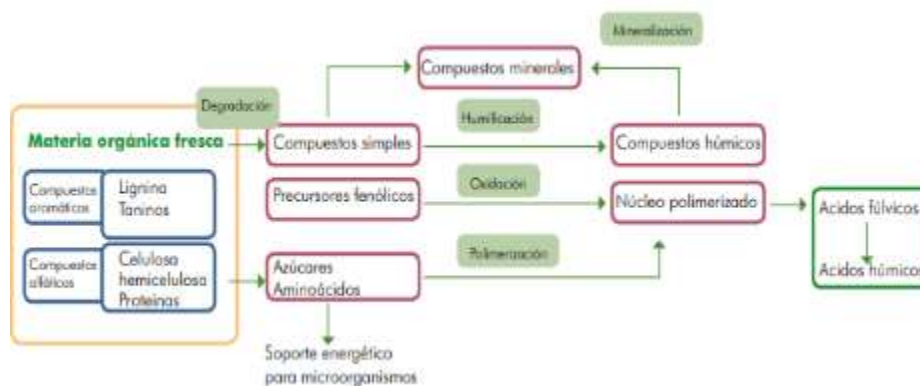


Figura 4. Evolución de la materia orgánica que llega al suelo

Fuente: Food and agriculture organization (2013)

Degradado por los actinomicetes, bacterias Gram positivas aerobias que forman micelios ramificados, polímeros complejos e hidrocarburos y mantienen el suelo suelto y desmenuzado. La disponibilidad de nutrientes y de oxígeno determina el número y los tipos de actinomicetes de un suelo. Otro grupo de organismos aerobios, los hongos, degradan la materia orgánica del suelo, algunos hongos son depredadores de protozoos o nematodos, limitando su población en el suelo, otros son micro parásitos, atacan a otras especies de hongos (Pascual y Venegas 2014).

También las algas se encuentran en pequeña cantidad, no contribuyen de manera significativa a la fertilidad del suelo, excepto en los arrozales, donde las cianobacterias fijan grandes cantidades de nitrógeno. Los protozoos, aunque poco importantes en cuanto a número e impacto en las transformaciones bioquímicas, desempeñan un papel importante como consumidores de bacterias, regulando el tamaño y la composición de su población (Pascual y Venegas 2014).

3.7.3 Minerales

Se define como roca a una asociación natural de minerales de una misma especie o de distintas especies. En base a esta definición se puede realizar una clasificación de las rocas;

si una roca está formada por minerales de una misma especie, es una roca simple, en cambio, si una roca está formada por minerales de distintas especies, será una roca compuesta (Polare y Antola 2017).

Las harinas de roca son preparadas a base de piedra finamente molidas. Entre las materias primas para su elaboración se encuentran rocas como los serpentinitos, los micaxistos, y los basaltos. Estas contienen más de 70 elementos minerales necesarios para la nutrición y el mantenimiento del equilibrio nutricional de las plantas, y de los animales. Entre los elementos que presentan están silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, cobalto, zinc, fósforo y azufre (Garro 2016).

Las rocas que contienen abundantes minerales inestables evolucionan fácil y de manera rápida dando origen a los suelos, mientras que otras como las arenas maduras, que al contener minerales muy estables, como el cuarzo o pedernal, que con mucho esfuerzo llegan a edafizarse aunque estén expuestas durante largo tiempo a la meteorización (Pereira et al. 2011).



Figura 5. Minerales primarios y secundarios según su origen

Fuente: León (2018)

La harina de rocas de origen natural, cal dolomita, orykta (abono natural extraído de minas rico en dióxido silicio 59 % y 22 minerales más), bórax (tetraborato de sodio, extraído en forma natural de depósitos de evaporita), Kmag (abono natural extraído de minas y contiene 22 % K₂ O, 18 % MgO, 22 % S), sulfato de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de calcio, sulfato de Zn, sulfato de cobre, sulfato de manganeso (Arias 2016).

Cookson y Stirk (2019), sustentan que se pueden usar rocas que contengan cualquiera de los micronutrientes o minerales que se necesitan para preparar los abonos, se muelen o trituran las rocas hasta obtener una harina en la forma de talco, para mezclarlas con los abonos o para elaborar un biofertilizante.

3.8 Composición del estiércol bovino

La composición del estiércol está influida por varios factores, siendo el principal, el tipo de ración y su digestión, otros factores que afectan son la edad, peso y el estado general del ganado de tal manera que no hay datos precisos que establezcan la cantidad de excretas bovina. Pérez, Genoveva, Vargas, Esther, Hernández, Padilla y Uriel (2017), mencionan que el bovino adulto defeca de 10 a 15 veces por día, generando 20 - 30 kg/día, pudiendo elevarse hasta 45 kg.

Las heces fecales, estiércol del bovino están compuestas principalmente por agua y por algunos elementos no digeridos, o por otras fracciones alimenticias que podrían ser digeridas. Según Figueroa, Delgado, Cueto, y Flores (2009) afirman que las heces totales en su estado fresco representan el 64% de la excreta total de la vaca. Por otro lado, estudios realizados por Bernal y Orozco (2019), reportan que la media de excreta animal por año es de 2120 kg y estima un valor de 38.7 kg de estiércol por animal y día.

Pérez y Viniegra (2013) mencionan algunas características del estiércol; que el nitrógeno se encuentra soluble en un 70%, el cual 20% está en forma de proteína y 30% en forma de urea

y amoníaco. La proteína está representada principalmente por células vivas, teniendo estas la capacidad de sintetizar proteínas microbianas a partir de nitrógeno inorgánico. El crecimiento microbiano en el estiércol está limitado principalmente por la poca cantidad de carbohidrato que se encuentra disponible.

Téllez y Virgüez (2022), afirman que el crecimiento de la población mundial ha hecho que la demanda de los productos pecuarios aumente significativamente y en respuesta a esto las grandes empresas ganaderas maximizan y intensifican sus actividades para lograr su misión, pero a causa de ello la generación de residuos orgánicos (estiércol) y contaminación también aumenta cuando no se tiene un control en la disposición, por otro lado las prácticas pecuarias en pequeños productores se realiza de forma tradicional en donde no se le da un manejo o aprovechamiento al estiércol bovino y esto también impacta negativamente el medio ambiente.

IV MATERIALES Y MÉTODO

Reserva de la Biósfera de Río Plátano

El trabajo se desarrolló en cinco fincas (Figura 6), ubicadas en diferentes comunidades de la zona sur de Reserva del Hombre y Biósfera de Río Plátano (RHBRP), en las 5 fincas que se encuentran en las comunidades de Culuco, Río Largo, La Providencia, Nueva Subirana, Nueva Esperanza.

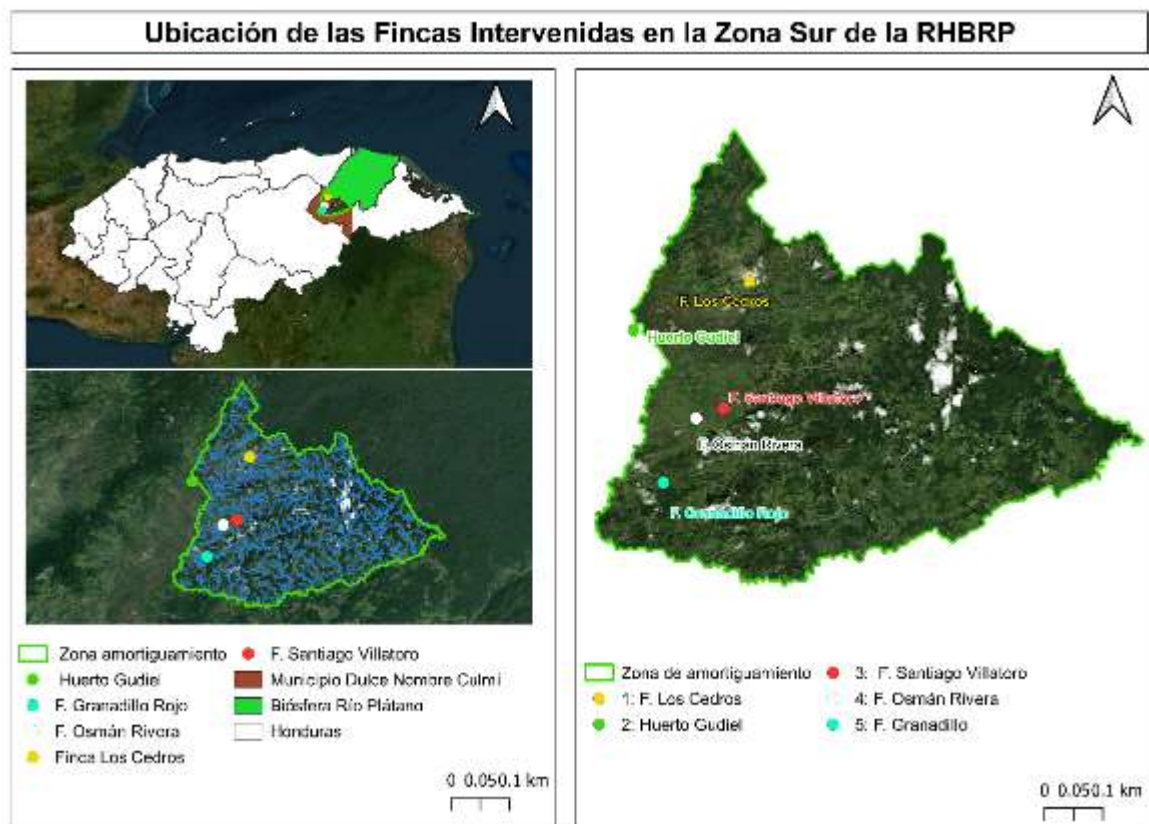


Figura 6. Ubicación geográfica de las fincas estudiadas en la zona sur de Biósfera de Río Plátano

Proceso Metodológico

Se trabajo en las fincas Granadillo Rojo (agricultura, avicultura y ganadería), Santiago Villatoro (agricultura, avicultura y ganadería), Osmán Rivera (agricultura, avicultura y ganadería), Los Cedros (agricultura, avicultura, apicultura, piscicultura y ganadería) y Huerto Gudiel (agricultura y avicultura).

Se socializó en qué consistiría el trabajo con cada uno de los productores involucrados y se aplicó una encuesta inicial para saber el conocimiento de los productores en función de la elaboración de bioinsumos orgánicos.

4.1.1 Tipología de fincas

Se realizó una tipología de las fincas de acuerdo con el inventario (Figura 7), de ganado bovinos y porcinos, el cual sirvió como referencia para conocer el potencial de producción de estiercoles en el caso de la excreta bovina se realiza la estimación por dos horas al día y la excreta de cerdo se estimó durante las 24 horas, para ambos tipos de estiércol se estimó su peso seco, mediante cálculos anuales en cada finca ya que las materias primas se pueden convertir en potencial para la elaboración de abonos orgánicos.

Para llevar a cabo la estimación de producción de gallinaza se tomó como referencia a Casas (2020), quien afirma que las gallinas de en jaula excreta 35.8 a 40.8 gramos de heces al día, por lo que el inventario sirvió para conocer las cantidades de gallinas que mantienen en cada finca.



Figura 7. Inventario de ganado para medir porcentaje de producción de materias primas

4.1.2 Análisis de sistemas

Se realizó el análisis de sistema para conocer las condiciones de cada finca, en función de las entradas, procesos, salidas y como interactúan entre sí, para ver de qué manera se puede cerrar el sistema en las fincas y volverlo resilientes (Figura 8).

Para este análisis se tomó de referencia a Odum (1984), quien sustenta que estos ecosistemas es una asociación entre las fuentes de energía natural junto al trabajo humano y animal los cuales deben tener acciones armónicas como una intrincada red de relaciones funcionales y viables para hacer un sistema con técnicas y principios que contribuyan a la complejidad de sistemas productivos.

Se analizo cada subsistema que conforma las fincas intervenidas la interrelación reciproca entre cada sistema, como se conforman los componentes con estructura funcionales determinadas como entradas (insumos) y salidas (productos) definida a los distintos rubros productivos de cada finca y como interactúan estos componentes desde la perspectiva social, económica y ambiental.

El análisis se realizó con los subsistemas que cuenta cada finca en función de entradas ya sean naturales o antrópicas, salidas deseadas o indeseadas y las relaciones armónicas que estos tienen, los componentes ya sean de origen biótico o abióticos y las interacciones ecológicas, flujo de nutrientes y flujo de energía.

días durante las 24 horas (tres mediciones), su peso se realizó en seco tanto para el estiércol bovino como la cerdasa, para luego estimar en las fincas intervenidas de acuerdo a los datos obtenidos en dicha finca.

Se inicio limpiando el corral donde las 10 vacas permanecerían confinadas por un estimado de 2 horas diarias ya sea por ordeño o suplemento alimenticio, de modo que no quedaran materias que pudiese alterar la composición de producción de estiércol excretado, a los 7 días se recolecto el estiércol producido y se pesó en seco en unidades de kg, se desarrolló durante 21 días en tres mediciones



Para la estimación de cerdasa se trabajó con 14 cerdos, desarrollando una excavación en el suelo y adaptando una base metálica (ancho: 24 pulgadas, largo: 63 pulgadas altura: 20 pulgadas) para evitar la fuga de las excretas, también se acondiciono una área de 2 metros cuadrados con cierta pendiente (para poner a secar el estiércol) y soportes metálicos en dos laterales para evitar el paso de las excretas la cual se depositaba cada 7 días de modo que se escurriera dejándolas reposar por 7 días y posteriormente se pesaban en kg.



Con los datos obtenidos se estimó el potencial de producción que estas producen al año durante dos horas diario, en las fincas intervenidas, en base al número de cabezas de bovino de igual manera se desarrolló la estimación para los cerdos por un lapso de tiempo de las 24 horas al día, para la estimación de gallinaza se tomó de base a Casas (2020), quien afirma que las gallinas excretan 35.8 a 40.8 gramos de heces diaria. Haciendo referencia al número de gallinas que se mantiene en cada finca se desarrolló la estimación anual por un lapso de 24 horas diarias, para la toma de datos se utilizó boleta de campo (Anexo 1).

4.2.1 Cálculo de nutrientes basado en los diferentes tipos de estiércoles estimados en las fincas de la Biósfera

La estimación de los diferentes tipos de estiércol que se produce en cada finca se estimó para los nutrientes N, P, K, producidos en cada finca se tomó de referencia los estudios realizados por Funez (2001) y Alfaro (2016) tabla 1.

Tabla 1. Producción de materias primas diarias y anuales y su % nutricional de cada material

Fuente: Funez (2001) y Alfaro (2016)

Producción de materias primas diarias y anuales y su % nutricional de cada material					
Tipo de Animal	Material desecho al día en kg	Material desecho al año en kg	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Vaca	30kg/día	10,950 kg/año	1.67	0.68	2.11
Caballo	20kg/día	7,300 kg/año	0.6	0.7	0.4
Ternero	15 kg/día	5,475 kg/año	1.92	1.7	1.4
Cerdo	9 kg/día	3,285 kg/año	1.86	1.06	2.23
Gallina	0.1 kg/día	36.5 kg/año	2.02	3.6	0.89
Conejo	15 kg/día	255.5 kg/año	2	3	1

4.3 Cálculo de nutrientes basado en origen vegetal producido en las fincas

Para identificar el potencial de materias primas de origen vegetal se inició con una encuesta rápida que cuestionaba al productor acerca del conocimiento de la elaboración de abonos orgánicos, que materias primas locales tiene en su finca, tratamientos a materias primas locales, que hacía con esas materias primas, número de animales; bovinos, cerdos y gallinas. Se utilizó como referencia a Garro (2017) para el contenido nutricional de las materias primas de origen vegetal en (N, P, K), (Tabla 2).

Tabla 2. Contenido de nutrientes de material vegetal

Fuente: Garro (2017)

Contenido de nutrientes de distintas materias primas en porcentaje			
Tipo de material	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
Harina de roca	0.68	0.82	0.55
Pulpa de café	0.62	0.26	1.96
Hojas de musaceas	2.58	0.19	
Tallos de musacea	0.77	0.15	7.36
Caña (bagazo)	1.07	0.25	0.94
Maiz (olote)	0.52	0.19	0.9
Maiz (rastroy)	0.48	0.38	1.64
Naranja (bagazo)	0.71	0.12	0.41
Pasto guinea	1.49	0.34	
Pasto jaragua	0.79	0.27	
Piña (fibra)	0.9		0.46
Yuca (cascara)	0.5	0.26	1.27
Yuca (ramas y hojas)	4.35	0.72	
Arros (paja)	0.78	0.58	0.41
café (broza)	3.27	0.39	1.69
café (semillas)	3.27	0.39	1.69
Frijol (paja)	1.63	0.29	1.94

4.3.1 Recolección de harinas de rocas

Para identificar el potencial de minerales en cercanías de las fincas, se desarrolló mediante la observación identificando los destinos con potencial de roca generalmente a la orilla de la carretera (paderones o balastreras), luego se recolectaron las rocas de acuerdo a diferentes colores que se tomaron como referencia para clasificarlas, utilizando 4 puntos de referencia, posteriormente se trituraron las rocas de acuerdo a los diferentes colores encontrados hasta quedar en forma de talco (Anexo 4), los datos se recolectaron en boleta de campo (Anexo 2).

4.3.2 Elaboración de bioinsumos biofertilizantes

Para la elaboración de bioinsumos se recolectaron los materiales locales dentro de las fincas hojarasca seca, estiércol bovino, cerdasa, gallinaza, composta, tierra negra, pseudotallos de musáceas, hojarasca verde madreado, ceniza, harina de roca, carbón microorganismo de montaña, leche, microorganismo de montaña líquido, y se utilizaron algunos externos como: barriles, levadura, melaza semolina, cal, ajos, pimienta, chile picante, azufre, levadura y melaza.

Para desarrollar la elaboración de bioinsumos orgánicos se tomó como referencia las recetas de Restrepo y Hensel (2009) que brinda aportes sobre la idea de preparar los bioinsumos, estos deben ser lo más naturales posibles para que la actividad microbiológica sea mayor de tal forma se desarrollaron en conjunto con los propietarios de cada finca utilizando materiales que posee cada finca.

Bocaschi: el proceso se desarrolló por capas intercaladas de cada material disponible hasta distribuir todos los materiales y dándole la humedad necesaria, luego se le dio dos volteos de manera que quedara bien homogenizado y probar la humedad correcta, el volteo lo desarrollo cada productor, día 1-7 volteo mañana y tarde (etapa termófila) día 7-14 volteo por la tarde (etapa de maduración), día 15-17 volteo por la mañana (etapa de enfriamiento).

Microorganismos de monta solido: se recolectaron los microorganismos de montaña en el bosque o sistema agroforestal, luego se desarrolló una mezcla homogénea de microorganismos, semolina y melaza, se depositó en el barril de tapa hermética por partes y compactando cada parte de tal manera que no hubiese cámaras de aire se llenó el barril de manera considerable y se aseguró la tapa hermética hasta cumplir con su proceso de actuación de la actividad microbiana de 30 días.

Biofertilizante: se depositó el estiércol fresco bovino al barril, luego leche, microorganismo de montaña líquido, melaza y se revolvió, luego se depositó harina de rocas, ceniza y agua y se revolvió de modo que quedara bien homogenizado, posteriormente se colocó una manguera para que en su proceso hubiese salida de aire y se colocó una botella con agua para evitar la entrada de aire al barril de tapa hermética, se esperó 30 días para poder abrir el barril de modo que el biol estuviese listo.

Microorganismos de montaña liquido: utilizando aproximadamente de 4 a 5 kg de microorganismo de montaña en su estado sólido depositándolo al barril, junto a melaza y agua, de 4 días en adelante estuvo listo.

Caldo sulfocálcico: en un recipiente metálico se colocó 20 litros de agua a altas temperaturas de fuego hasta estar hirviendo, se depositó la mezcla de azufre y cal, se comenzó a revolver hasta tomar un color rojizo ladrillo, el proceso tardó de 45-60 minutos aproximadamente, cuando se enfrió se depositó en un recipiente limpio y seco.

Madrifol: moliendo hoja de madreño de preferencia que este en estado tierna, agregando cal, ase y agua luego se revolvió por dos minutos hasta quedar homogenizado y muestra un color amarillo verde, posterior embazar el producto.

Apichi: se molió ajo, pimienta y chile posteriormente se colocó un recipiente metálico con agua en el fuego a altas temperaturas y se agregó los complementos molidos, se comenzó a

revolver hasta quedar bien homogenizados, luego se esperó que aproximadamente 3 litros de agua se evaporaran hasta estar listo el biopreparados, esto tarde de 45-60 minutos, se esperó a que se enfriara para embazar el Apichi.

Los bioinsumos elaborados se desarrollaron en compañía con cada productor propietario de cada finca, intercambiando conocimientos de las experiencias que ellos manejaban en función de la elaboración y aplicación de bioinsumos orgánicos con materias primas locales de fácil acceso en las fincas, se hizo énfasis en la importancia que tiene cada uno para la producción agrícola, desde la perspectiva ambiental, económica y social.

4.3.2.1 Aplicación de los Bioinsumos elaborados

Se desarrollo en cada finca con el propósito de mostrar a cada productor las dosis de aplicación y la forma de hacerlo y las restricciones que se deben tomar en cuenta según la etapa vegetativa de cada cultivo, ya sean perennes o temporales, sin embargo, durante las aplicaciones estaba bajo condiciones de lluvia por lo que los resultados no fueron los esperados.

La aplicación se realizó en cultivos de café cacao, y musáceas en compañía de cada productor utilizando el 5% es decir de la cantidad de litros que almacena la bomba 5% era de biopreparados ya sea fungicida o controladores de plaga esto se aplicó en la parte aérea del cultivo, y dos kg de bocachi para fertilización al cultivo por la vía del suelo. Se desarrollo con una frecuencia de 8 días durante 3 mediciones.

4.4 Aceptación y percepción de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos

Metodología: Se uso el diálogo y el intercambio de experiencias se obtuvo la información necesaria, aplicación de encuesta y entrevista para la percepción del uso de bioinsumos antes, durante y final del proyecto (Anexos 4,5,6).

Se desarrollaron III momentos

- 1) Previo al proyecto se realizó una encuesta rápida para medir el conocimiento en función de la elaboración de bioinsumos orgánicos, de tal forma se evaluó el conocimiento de cada productor, (Anexo 4).
- 2) Se desarrollo durante el proceso del trabajo a realizar, con las explicaciones y observaciones generadas con el productor es decir de acuerdo con las materias primas disponibles, se elaboraron los bioinsumos y cada vez que se realizó cada tipo de bioinsumo se explicó de manera detallada la importancia del mismo y sus beneficios, para evaluar la persección campesina se aplicó una encuesta (Anexo 5).
- 3) Se hizo en la etapa final del proyecto aplicando una encuesta al productor en función de lo que se había abordado y evaluando el conocimiento de cada productor, para poder valorar la aceptación de los mismos y el pensamiento de la innovación tecnológica hacia el uso de bioinsumos, y si piensa seguir aplicando estas tecnologías en su finca, (Anexo 6).

RESUMEN METODOLÓGICO

Objetivos	Actividades	Resultados
Objetivo General:		
Evaluar la aceptación campesina de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos en la producción agrícola en 5 comunidades de la zona sur de la Biosfera del Rio plátano.	-Identificar las fuentes de materia prima locales. -Evaluación de los bioinsumos elaborados en cada finca. -Determinar la aceptación y percepción comunitaria de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos.	Se promueve el uso de bioinsumos a partir de las diferentes materias primas con las que dispone la comunidad para medir el rendimiento y efectividad sobre plagas que atacan a los cultivos de café, cacao, musáceas y de acuerdo a los resultados ver la percepción que tiene la comunidad de los bioinsumos que se prepararon en la finca.
Objetivos Específicos:		
Identificar las fuentes de materia prima locales	- Recolección de materias de acuerdo al 3 ms. -minerales: recolectar rocas que sean útiles para realizar posibles harinas de rocas.	Esto permitirá conocer las cantidades y el potencial de producción de las materias primas con las que dispone cada finca.

	-materia orgánica recolectar restos de material vegetal, estiércol de ganado y pastos. -microorganismos, ir al bosque a recolectar MM.	
Evaluación de los bioinsumos elaborados en cada finca.	-Elaborar los bioinsumos a partir materias primas de la comunidad utilizando de referencia a Restrepo. -Aplicar los bioinsumos de acuerdo a la necesidad surgida del muestreo. -hacer un muestreo antes y después de aplicar los bioinsumos, después de 8 días volver hacer el muestreo y comparar los resultados iniciales y finales el cual nos permitirá evaluar los bioinsumos.	Se evaluará mediante muestreo el efecto de los bioinsumos en control de los depredadores identificados ya sea por la vía de fertilidad o como controladores de plagas.
Determinar la aceptación y percepción comunitaria de la	-Esta consistirá en 3 momentos - Momento 1: realizar una entrevista antes de inicio del proyecto para	Con las entrevistas que se apliquen se podrá deducir que les parece la utilización de bioinsumos y si los propietarios están

innovación tecnológica del uso de bioinsumos.	medir conocimiento de los productores. Momento 2: aplicar una encuesta de acuerdo a las materias primas y los bioinsumos elaborados. Momento 3: Realizar entrevista final con el informante clave para ver la percepción que tiene por los bioinsumos.	dispuestos a optar por este tipo de agricultura más amigable con el medio ambiente y que proporciona fertilidad a los suelos y por lo tanto evitar que aparezcan nuevas plagas en los cultivos, así como un control para las plagas que atacan a los cultivos.
--	---	---

V RESULTADO Y DISCUSION

5.1 Caracterización de las fincas

Finca Granadillo Rojo

La **Finca Granadillo Rojo** con un área de 529.90 ha cuenta con un porcentaje de cobertura de 86.5 % (Figura 9), en esta finca se desarrollan diferentes actividades de subsistencia como ser cultivo de maíz, frijoles, cítricos, café, cacao y plátano además se maneja ganadería mediante sistemas silvopastoriles y diferentes áreas que contribuyen al buen funcionamiento del sistema; zona de reserva, zona de restauración, sistema silvopastoril, haciendo un ecosistema menos frágil, el tipo de ecosistema insertado en la finca es de bosque conífera.

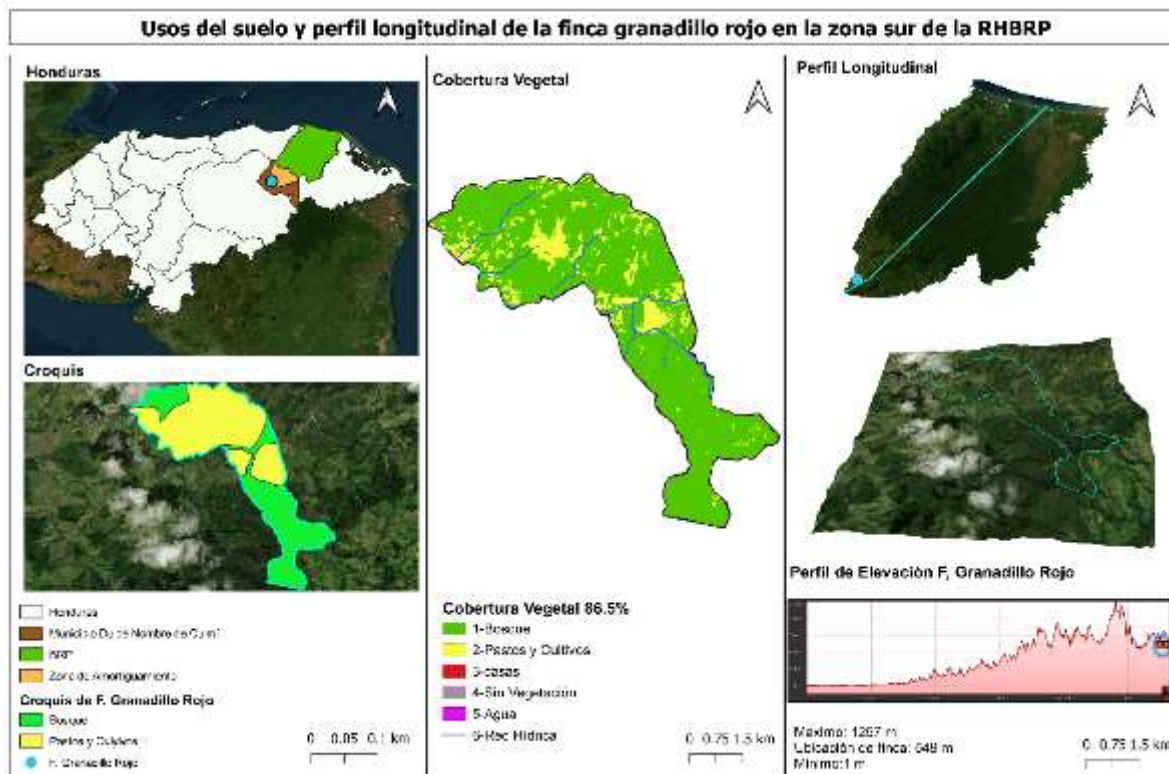


Figura 9. Usos del suelo, cobertura vegetal perfil longitudinal y perfil de elevación F. Granadillo Rojo.

Finca Santiago Villatoro

La **Finca Santiago Villatoro** con un área de 15.9 ha cuenta con un porcentaje de cobertura vegetal de 34.6 % (Figura 10), constituido por un bosque latifoliado, las actividades suministradas en este sistema están compuestas por pastizal, cultivo de café, maíz, frijoles, plátano además cuenta con zona de reserva para el buen funcionamiento del sistema no obstante la cobertura vegetal es deficiente lo cual se relaciona con la fragilidad del ecosistema y la intervención del manejo.

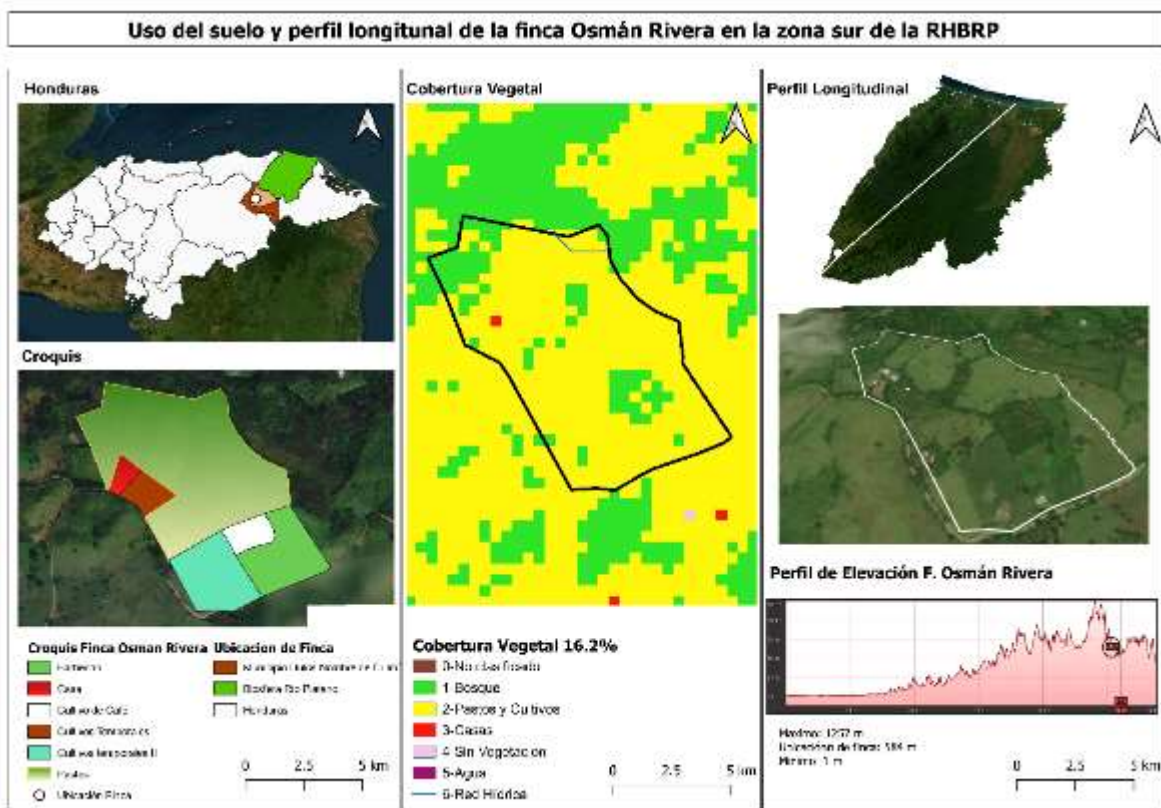


Figura 11. Usos del suelo, cobertura vegetal perfil longitudinal y perfil de elevación F. Osmán Rivera

Finca Los Cedros

Finca Los Cedros con un área de 9.38 ha cuenta con un porcentaje de cobertura vegetal de 87.51 % (Figura 12), este sistema cuenta con un amplio campo de actividades como medio de subsistencia; cultivo de maíz, frijoles, plátano, café, cacao yuca, maderables esto en conjunto mediante implementación de SAFs, se maneja ganadería, además se cuenta con apiario y piscicultura, para el buen manejo del sistema se cuenta con zona de restauración y guamiles haciendo un sistema con una fragilidad mínima, el ecosistema insertado en la finca es bosque latifoliado.

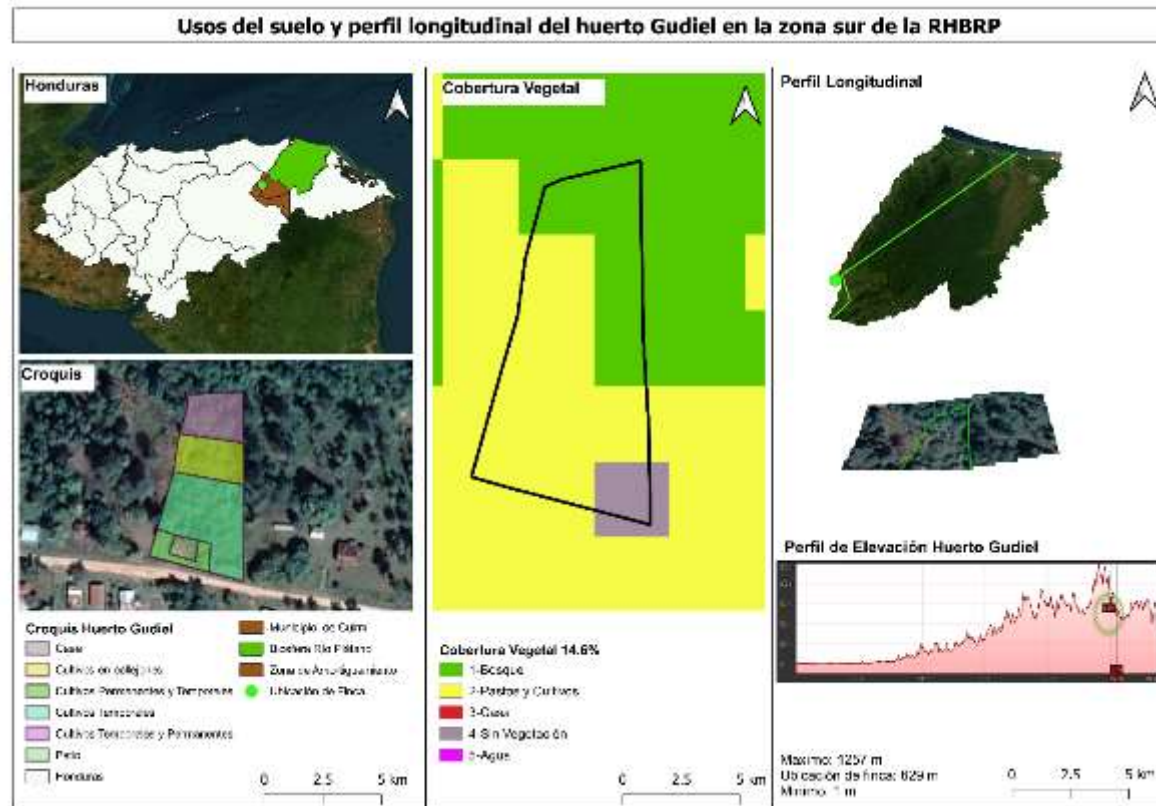


Figura 13. Usos del suelo, cobertura vegetal perfil longitudinal y perfil de elevación Huerto Gudiel.

5.2 Análisis de sistema de las Fincas estudiadas

Análisis de sistema de la Finca Granadillo Rojo

❖ Entradas

Finca Granadillo Rojo (Figura 14), suministrada por: la compra de semillas para producción de pastos y su manejo mediante herbicidas, la compra de productos veterinarios para el manejo de ganado bovino y la contratación de mano de obra para el mantenimiento de la finca.

❖ Componentes

Cultivo de maíz: El proceso de este cultivo se comienza implementando mano de obra externa a la finca, para la preparación del área a cultivar, siembra y manejo del cultivo; el cual se realiza de manera convencional. Utilizando herbicidas y fertilizantes granulados. Dentro de la finca el producto se utiliza para alimentar gallinas, uso familiar y almacenamiento para trasladarlo a otro departamento (El Paraíso).

Zona de reserva: Es un área que representa 468.59 ha de la finca (Anexo 11), el cual mantiene una relación con otros componentes del sistema como; vivienda, debido a que es fuente de agua, leña, madera, material genético. Por otra parte, sirve como sumidero de CO₂ y protección de la biodiversidad.

Sistema Silvopastoril: Lo importante de la presencia de este componente, es que, su conservación va aunada a la alimentación del ganado, debido a que aquí es donde se encuentra el asocio con pastizales, lo cual ayuda a compensar el impacto de las emisiones de CO₂ que este emite al ambiente.

Zona de restauración: Debido a la relación que existe entre Bosque-Agua-Ganado, se ha determinado la restauración de un área para ayudar a la protección y mantenimiento del agua (Quebrada) en la finca. De esta manera ir avanzando en que sea una finca con acciones amigables con la naturaleza.

Suelo: Tomando en cuenta que el buen funcionamiento de todos los componentes depende de uno, lo cual es el suelo, y para su conservación en la finca se cuenta con variedad de cobertura vegetal como; área de frutales (limón, mango, marañón, guanábana, cacao, aguacate, guama) en asocio con maderables (caoba y cedro), cultivo de maíz, zona de reserva, área para musáceas (plátano y FHIA 25), pastizales en asocio con guamil – bosque de pino y zona de bosque puro latifoliado.

❖ Salidas

Los productos generados que se generan por las interacciones que se presentan entre los diferentes componentes en la finca el Granadillo Rojo se mencionan a continuación: salidas productivas (maíz, frijoles, huevos, musáceas, yuca y dispersión de semillas) y no productivas del sistema (oxígeno y contaminación de herbicidas)

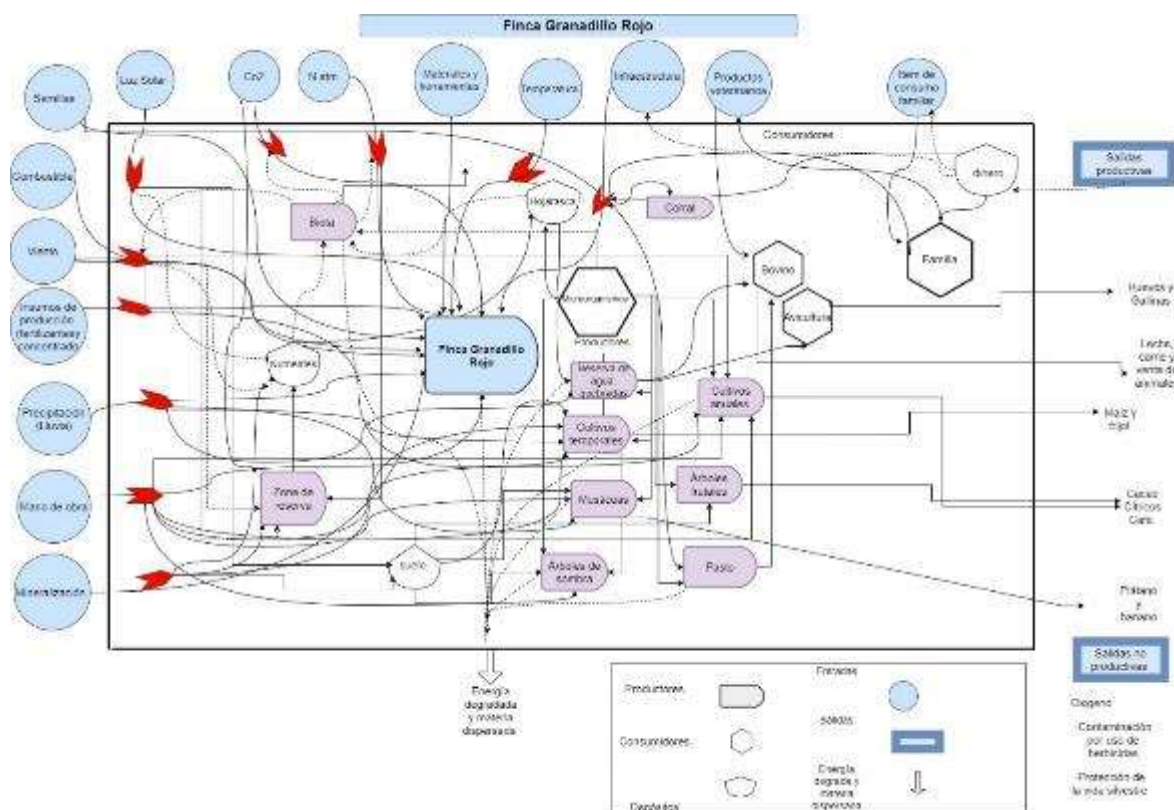


Figura 14. Análisis de sistema Finca Granadillo Rojo

Análisis de sistema de la Finca Santiago Villatoro

❖ Entradas

Finca Santiago Villatoro (Figura 15), suministrada por: la compra de semillas para producción de plátanos y café, su manejo se realiza mediante agroquímicos al igual que para la producción de maíz y fríjol, la compra de productos veterinarios para el tratamiento de

ganado bovino, la contratación de mano de obra para el mantenimiento de la finca (sobre todo en cosecha de café) y la compra de materiales y herramientas de ferretería.

❖ Componentes

Ganado bovino y pastizal: la finca cuenta con dos áreas de pastizales para el ganado propiedad del agricultor. Estas áreas de pastizales tienen muy poca cobertura forestal. El ganado bovino recibe tratamiento mediante productos veterinarios comprados de forma externa y el agua necesaria para su cuidado está disponible en la quebrada que cruza por la finca. Entre los productos generados por el ganado se cuenta con la leche para consumo de la familia propietaria de la finca y comercio local a través de intermediarios, también la venta de terneros para engorde/cría.

Cultivo de café: Este componente ocupa 3.99 ha (Anexo 11), de la finca en asocio con árboles para sombra, maderables y frutales. Este cultivo representa la principal fuente de ingresos para la familia. Durante el año empleando mano de obra familiar y en temporada de cosecha se hace contratación de mano de obra externa que cada vez se pone más escasa por motivos de migración, bajos costos de comercialización y acceso a mercados diferenciados. El manejo del cafetal se realiza mediante el uso de fertilizantes granulados. Este cultivo mantiene una relación con otros componentes del sistema como la vivienda al ser fuente de leña y madera. Por otra parte, sirve como sumidero de CO₂ y protección de la biodiversidad.

Cultivo de maíz y frijoles: El proceso de este cultivo se comienza implementando mano de obra familiar en la finca, para la preparación del área a cultivar, siembra y manejo del cultivo; el cual se realiza de manera convencional, utilizando herbicidas y fertilizantes granulados. Dentro de la finca el maíz se utiliza para alimentar gallinas, uso familiar y frijoles para uso familiar y en algunas ocasiones se comercializa localmente.

Cultivo de plátano: La producción de plátano se inició en la finca con la compra de semilla externa para su siembra en la parcela. El Cultivo de plátano en la finca recibe poco manejo y su siembra y cosechas esporádicas se realizan mediante la utilización de mano de obra familiar. Solo en algunas ocasiones se comercializa este producto localmente y en su mayoría queda para consumo familiar.

Zona de reserva (árboles dispersos): Área que representa 1.11 ha (Anexo 11), de la finca sobre todo por el asocio de árboles maderables dispersos. La quebrada sirve además como bebedero de agua para el ganado y la vida silvestre. Esta área es fuente de hogar para la vida silvestre, proporciona agua para las personas, leña y madera. Por otra parte, sirve como sumidero de CO₂ y protección de la biodiversidad.

Suelo: Tomando en cuenta que el buen funcionamiento de todos los componentes depende de uno, lo cual es el suelo, y para su conservación en la finca se cuenta con variedad de cobertura vegetal como; área de frutales (aguacate y guama) en asocio con maderables (caoba y cedro), área para musáceas (plátano), cultivo de café y pastizales.

❖ Salidas

Los productos generados por las interacciones que se presentan entre los diferentes componentes en la finca de Santiago Villatoro se mencionan a continuación: salidas productivas (maíz, frijoles, musáceas, leche, café, venta de terneros y dispersión de semillas) y no productivas del sistema (oxígeno, protección de biodiversidad y contaminación por herbicidas)

Cultivo de maíz y frijol: El proceso de estos cultivos se comienza implementando mano de obra externa a la finca, para la preparación del área a cultivar, siembra, manejo y cosecha de los cultivos; los cuales se manejan de manera convencional. Utilizando herbicidas y fertilizantes granulados. Dentro de la finca el producto de maíz se utiliza para alimentar vacas, cerdos, gallinas, uso familiar y almacenamiento para comercializar en temporada de escases. El frijol se utiliza para uso familiar y comercializar.

Café: Es una de las parcelas de cultivos dentro de la finca Osmán Rivera, que se encarga de realizar la descontaminación en conjunto a los pequeños parches de bosque que aún existen dentro de la finca. Por ende, en esta área se encuentra la relación con otros componentes del sistema como; vivienda, debido a que son fuente de leña y madera. Por otra parte, sirven como sumidero de CO₂ y protección de la biodiversidad.

Cercas Vivas: En la finca, hay algo importante que resaltar; y es la existencia de cercas vivas como elemento importante; en este componente, es donde se concentra la presión humana cuando hay que realizar la reparación de cerca en los potreros, debido a que hay buena cantidad de material vegetativo que puede ser utilizado para esta actividad, de la misma manera este componente ayuda a compensar el impacto de las emisiones de CO₂ que se emiten al ambiente.

Pastizales: El área representada por pastizales es de 13 ha (Anexo 11), siendo las áreas que presentan menor porcentaje de cobertura vegetal. Por ende, en esta Finca Osmán Rivera; la presencia de agua en las quebradas se da solamente en temporada de invierno.

Suelo: Tomando en cuenta que el buen funcionamiento de todos los componentes depende de uno, como lo cual es el suelo, su protección y conservación es de mucha importancia dentro de una finca. En la Finca Osmán Rivera, las medidas que se aplican para conservar el suelo son mínimas. Ya que todas las actividades que se realizan dentro de la misma requieren de un manejo convencional.

❖ Salidas

Los productos generados por las interacciones que se presentan entre los diferentes componentes en la Finca Osmán Rivera se mencionan a continuación: salidas productivas (maíz, huevo, leche, venta de terneros, dispersión de semillas, frijoles café y cerdos) y no productivas del sistema (oxígeno, protección de biodiversidad y contaminación por herbicidas)

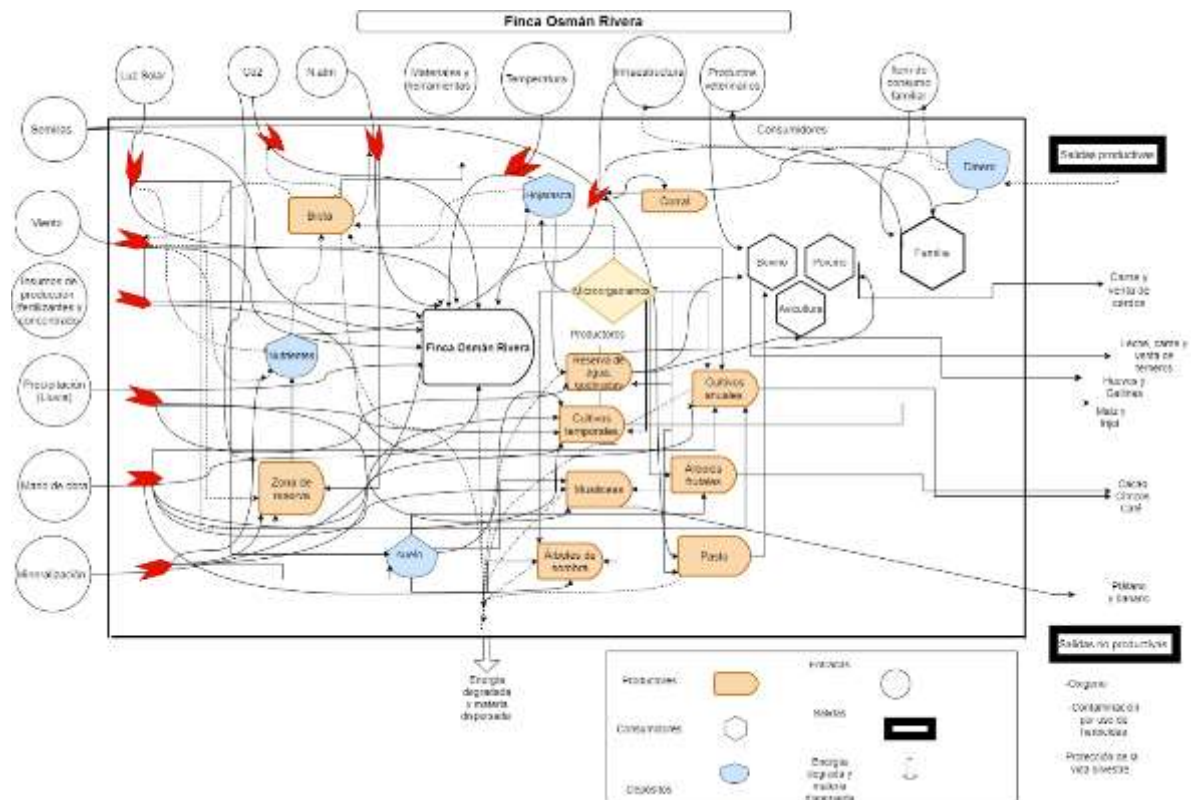


Figura 16. Análisis de sistema Finca Osmán Rivera

Análisis de sistema de la Finca Los Cedros

❖ Entradas

Finca Los Cedros (Figura 17), suministrada por; la compra de semillas que no se producen en la finca, la compra de productos veterinarios e insumos agropecuarios, apícolas y la contratación de mano de obra para el mantenimiento de la finca.

❖ Componentes

Cultivo de maíz: El proceso de este cultivo se comienza implementando mano de obra externa a la finca, para la preparación del área a cultivar, siembra y manejo del cultivo; el cultivo de maíz se siembra en asocio con el plátano, frijoles, maderables y yuca (implementación de SAFs). Utilizando herbicidas y fertilizantes granulados. Con la ventaja que en toda la finca se encuentra gran cantidad de materia orgánica en el suelo, debido a que se aplica la incorporación del restrojo. Dentro de la finca el producto se utiliza para alimentar gallinas y consumo familiar.

Apiario: Es un rubro que genera importante ingreso económico a la familia, ya que, este producto cuenta con excelente comercialización en la zona. También cabe mencionar que la cosecha de este producto lo se realizan de manera mensual (cada 30 días). Para la alimentación de abejas, se cuentan con plantas de café, cítricos, cacao y arboles silvestres. Otro aporte de las abejas dentro de la finca es la polinización de cultivos.

Sistema silvopastoril: Lo importante de la presencia de este componente, es que, su conservación va aunada a la alimentación del ganado, debido a que aquí es donde se encuentra el asocio con pastizales, lo cual ayuda a compensar el impacto de las emisiones de CO₂ que este emite al ambiente.

Zona de restauración: Ocupa un área de 1.15 ha, debido a la relación que existe entre Bosque-Agua-Biodiversidad silvestre, dentro de la Finca Los Cedros, se cuenta con área de guamil que ayuda a la restauración para la protección y mantenimiento del agua (Quebrada) y la

biodiversidad que se encuentra en la finca. De esta manera ir avanzando en que sea una finca con acciones amigables con la naturaleza.

Suelo: Tomando en cuenta que el buen funcionamiento de todos los componentes depende de uno, lo cual es el suelo, y para su conservación en la finca se evita la quema de restrojo y cada vez se genera mayor cobertura de materia orgánica al suelo. Por ende, mayor fertilidad, ya que hay árboles donde se aplican podas para incorporar cobertura vegetal al suelo antes de la siembra.

Café: La finca comenzó con el cultivo de café y ahora este componente se encuentra en asocio con otros cultivos y componentes como; cacao, maderables, musáceas y frutales. En el manejo de este cultivo se está implementando la aplicación de abonos orgánicos (Bocashi) elaborados dentro de la finca, mediante la reutilización de residuos vegetales y animales (estiércol de gallina y ganado, pulpa de café y hojarasca) que se encuentran en la finca.

❖ Salidas

Los productos generados por las interacciones que se presentan entre los diferentes componentes en la finca Los Cedros se mencionan a continuación: salidas productivas (musáceas, frutas, peces, miel, café, cacao y chocolate, leche, venta de animales, gallinas y huevos y dispersión de semillas) y no productivas del sistema (oxígeno, protección de biodiversidad y contaminación por herbicidas).

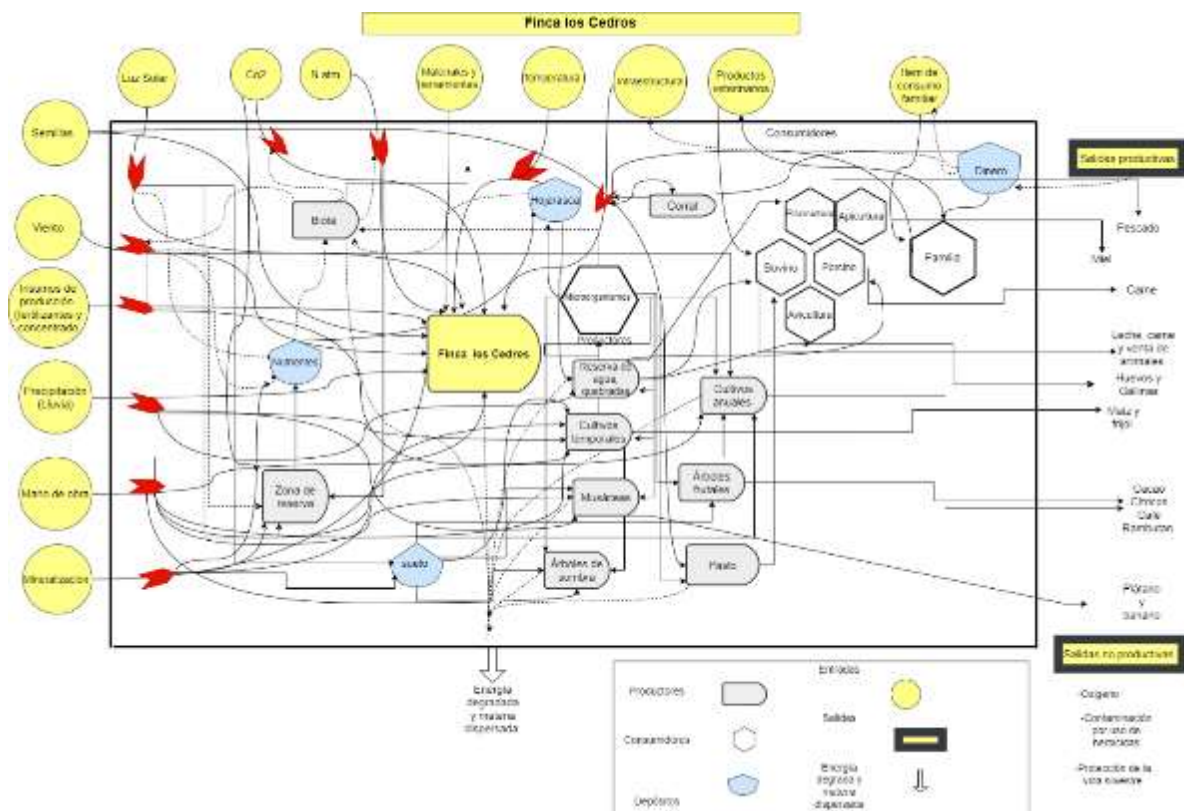


Figura 17. Análisis de sistema Finca Los Cedros

Análisis de sistema del Huerto Gudiel

❖ Entradas

Huerto Gudiel (Figura 18), es la suministrada por: la compra de semillas para producción de plátano, frijoles y maíz, la compra de materiales y herramientas de ferretería, insumos agropecuarios para la producción de maíz, frijoles y la contratación de mano de obra para el mantenimiento del huerto.

❖ Componentes

Cultivo de maíz y frijoles: El proceso de este cultivo se comienza implementando mano de obra familiar y mano de obra externa temporal en el huerto y fuera del huerto, para la preparación del área a cultivar, siembra y manejo del cultivo; el cual se realiza de manera convencional. Utilizando herbicidas y fertilizantes granulados. Dentro del huerto el producto se utiliza para alimentar gallinas y para uso familiar.

Cultivo de plátano: La producción de plátano se inició en el huerto con la compra de semilla externa para su siembra en la parcela. El Cultivo de plátano en el huerto recibe manejo y su siembra y cosechas se realizan mediante la utilización de mano de obra familiar. en su mayoría queda para consumo familiar.

Cultivo de Cacao: Es un área que representa el menor porcentaje del huerto, la producción de cacao se inició en la finca con la compra de semilla externa para su siembra en la parcela. El Cultivo de cacao en el huerto recibe manejo. Su siembra y cosecha se realiza mediante la utilización de mano de obra familiar. Actualmente el poco cacao en su mayoría esta pequeño por lo que no lo comercializan.

Suelo: Tomando en cuenta que el buen funcionamiento de todos los componentes depende de uno, lo cual es el suelo, y para su conservación en el huerto se cuenta con muy poca variedad de cobertura vegetal ya que en su mayoría los cultivos están pequeños y los árboles perennes son pocos y no existe una buena distribución en la parcela. Además, se genera contaminación por el uso de herbicidas para la producción de maíz y frijoles en algunas temporadas de producción de estos cultivos.

❖ Salidas

Los productos generados por las interacciones que se presentan entre los diferentes componentes en el huerto Gudiel se mencionan a continuación: salidas productivas (maíz,

frijoles, cacao, resina de pino, yuca, plátano y dispersión de semillas) y no productivas del sistema (oxígeno y contaminación por herbicidas)

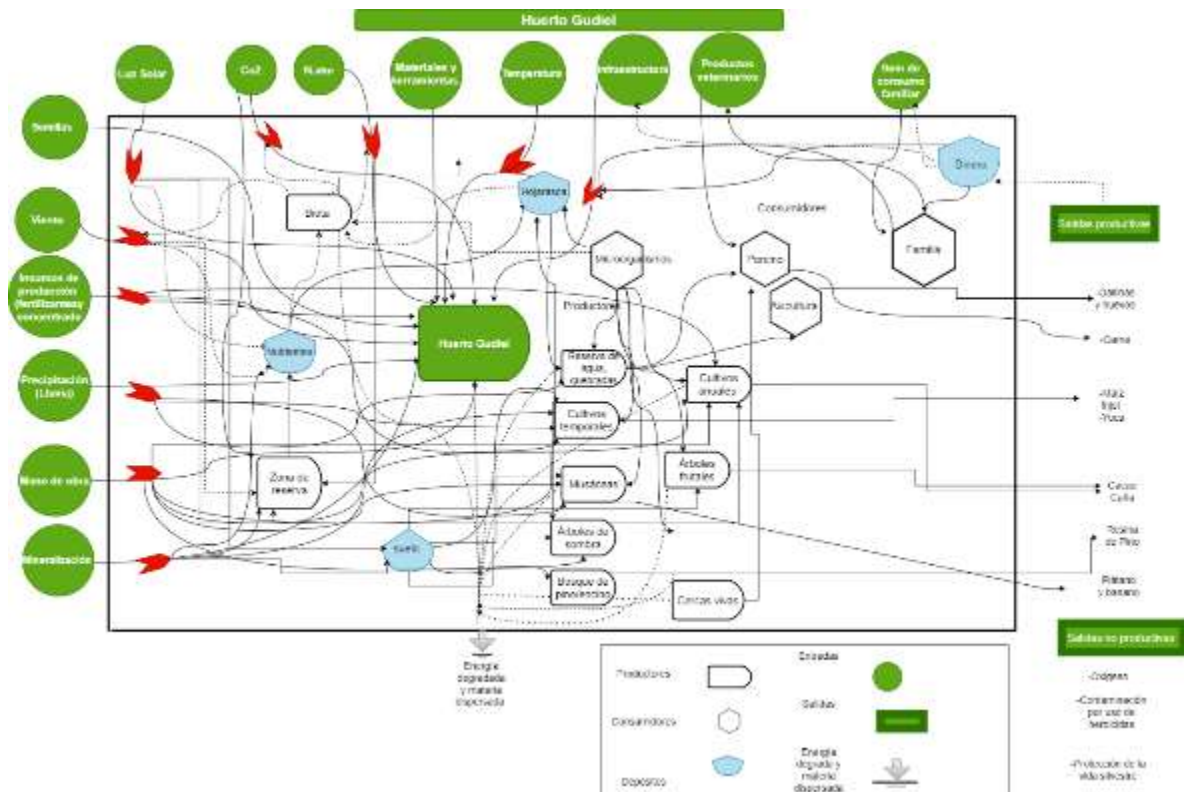


Figura 18. Análisis de sistema Huerto Gudiel

5.3 Identificar las fuentes de materia prima locales para la elaboración de bioinsumos de calidad

5.3.1 Producción de materias primas de origen animal para la producción de abonos orgánicos

Estimación de vacasa finca Granadillo Rojo, Osmán Rivera, Santiago Villatoro, Los Cedros

Para un confinamiento de dos horas diarias durante el ordeño u otras actividades como suplemento alimenticio, (Tabla 3), la finca Granadillo Rojo se estima que en un año podría

obtener estiércol de un total de 60 vacas, por otro lado, podría aprovechar el potencial de las vacas que estabula para el ordeño que se estima que podría obtener estiércol de 12 vacas. Los cuales se convierten en un potencial de producir abonos orgánicos para esta finca. Aquí la desventaja es que estos animales no se estabulan y las vacas estabuladas de ordeño no se recolecta el estiércol, por lo tanto, no tienen control del estiércol.

La F. Osmán Rivera (Tabla 3), según lo estimado en un año puede aprovechar las excretas de un total de 25 vacas que es las que maneja en el sistema, para un lapso de dos horas diarias confinadas en el corral, por otro lado, podría aprovechar el potencial de producción de estiércol de 11 vacas que estabula a diario por ordeño. Sin embargo, no existe un control del estiércol que se produce.

Finca Santiago Villatoro (Tabla 3), se estima que en un año podría utilizar el excremento bovino de 22 vacas en total que es las que se tiene en la finca, estas si se confinan por un tiempo de dos horas diarias en el corral, por otro lado, podría aprovechar el potencial de excreta de 4 vacas que se estabulan por ordeño a diario. La desventaja existente es que no se tiene control del estiércol que se produce en esta finca.

Finca Los Cedros (Tabla 3), según los datos de estimación en un año este sistema podría utilizar el estiércol de 2 vacas si se confinan por un lapso de dos horas diarias en el corral, ya sea por ordeño u otra actividad, los cuales se convierten en un potencial para producir abonos orgánicos o uso mediante diferentes vías, sin embargo, no existe un control del estiércol producido.

Tabla 3. Estimación anual de estiércol de vaca por finca en kg/año de vacas totales y estabuladas por ordeño

Finca	Total, de vacas en el sistema	Kg estiércol por total el de vacas	# de vacas que estabulan por ordeño	Kg estiércol por vacas estabuladas
F. Granadillo Rojo	60	30222	12	6044.4
F. Osman Rivera	25	12593	11	5541
F. Santiago Villatoro	22	11081	4	2015
F. Los Cedros	2	1007.4	2	1007.4

Análisis del potencial nutricional de estiércol de bovino

El potencial nutricional de NPK en el estiércol de ganado bovino es de 1.67% de nitrógeno, 0.68% de fosforo y 2.11% de potasio según Garro (2017) en base a estos datos se trabajó en el cálculo del contenido nutricional que corresponde a la cantidad de estiércol producido por finca en kg.

Finca Granadillo Rojo (Tabla 4), es la que puede obtener más contenido nutricional a base de estiércol bovino, seguido esta la Finca Osmán Rivera que tiene potencial para producir y asimilar la demanda nutricional de su actividad agrícola, posteriormente se ubica la Finca Santiago Villatoro que su producción nutricional contribuiría de forma significativa a las diferentes actividades agrícolas desarrolladas, la Finca los Cedros es la que cuenta con menos potencial de nutrientes en N,P,K para su actividad agrícola.

Esto obedece al potencial nutricional que puede obtener cada finca si recolectara el estiércol producido del total de vacas que tienen en el sistema y de tal manera suplir su demanda productiva, Beriguete (2017), menciona el contenido nutricional para producir 1000 kg de cacao seco se necesita una demanda que nutricional; (N: 30 kg, P: 8 kg, K: 40 kg, Ca: 13 kg, Mg: 10 kg) por otra parte Rugama (2021) afirma que el contenido nutricional para producir 1.5 toneladas por ha de frijol es; (N: 80 kg/ha, P: 30 kg/ha, K: 60 kg/ha), Deras (2013), coincide que la demanda nutricional del maíz es; (N: 187 kg/ha, P: 38 kg/ha K: 38 kg/ha, Ca: 38 kg/ha, Mg: 44 kg/ha, Br: 0.2 kg/ha, S: 22 kg/ha).

López (2012), menciona que para obtener un cultivo de café de 5,000 plantas requiere una demanda nutricional de (N: 161 kg/mz, P:10.5 kg/mz, K:129 kg/mz) por otra parte Abadía, (2019), sustenta que le demanda nutricional de cítricos durante el llenado de frutos es hasta de N:2 kg/ha por día, K: 2 kg/ha por día, Ca 1.5 kg/ha por día, siendo los nutrientes más importantes para el rendimiento en la producción de cítricos.

Tabla 4. Estimación anual del porcentaje nutricional que se podría obtener si recolectaran el estiércol bovino durante dos horas al día

Finca	N kg/año	P kg/año	K kg/año
F. Granadillo Rojo	504.7	205.5	637.68
F. Osmán Rivera	210.28	85.62	265.69
F. Santiago Villatoro	185	73.35	233.8
F. Los Cedros	16.82	6.85	21.25

La (Tabla 5), representa el potencial de producción de cada finca del ganado bovino que estabulan para ordeño y pueden darle un tratamiento con mayor facilidad ya que las vacas de ordeño por lo general se mantienen en cercanía del hogar, se estima que en un año las Fincas Granadillo Rojo, Osmán Rivera, Santiago Villatoro, **los Cedros, podrían recolectar y poner disponible en kg el aporte nutricional del estiércol de las vacas que ordeña y estabula en el corral por un lapso de tiempo de dos horas diarias.**

Según Viramontes et al., (2009), El manejo más común de estiércol es limpiar periódicamente los corrales y aplicarlo directamente en las áreas agrícolas de la unidad de producción, por otra parte Sevilla (2011), menciona que una alternativa viable propuesta para mitigar el impacto ambiental pecuario es hacer uso del estiércol bovino para la elaboración de abonos orgánicos como: el bocashi, compost y lombrihumus. El estiércol presenta óptimas condiciones para la alimentación de lombrices y la elaboración de abonos orgánicos, por su contenido de nitrógeno, vitaminas y minerales.

Tabla 5. Estimación anual del porcentaje nutricional en kg que podrían obtener si recolectaran el estiércol de vaca (estabuladas por ordeño) durante dos horas al día

Finca	N kg/año	P kg/año	K kg/año
F. Granadillo Rojo	101	41.1	127.53
F. Osmán Rivera	96	37.67	116.9
F. Santiago Villatoro	33.64	13.7	42.51
F. Los Cedros	16.82	6.85	21.25

Estimación de producción de cerdasa

Finca Los Cedros (Tabla 6), es el sistema que más excreta de cerdo produce se estima que en un año podría obtener el estiércol de 18 cerdos en total, si los mantiene confinado en el corral, por un lapso de tiempo de las 24 horas diarias, posteriormente le sigue el Huerto Gudiel que tiene potencial para aprovechar el estiércol de dos cerdos, los cuales se convierten en potencial para producir abonos orgánicos o diferentes tratamientos, la desventaja existente es que no recolecta el estiércol por lo tanto no tienen un control y las fincas granadillo rojo, Osmán Rivera, Santiago Villatoro no cuentan con cerdos por lo tanto no producen estiércol.

Alfaro (2016) menciona que el potencial nutricional en NPK en estiércol de cerdo es de 1.86% de nitrógeno, 2.23% de potasio y 1.06% de fosforo tomando como referencia este contenido nutricional se realizó la estimación de acuerdo a la cantidad producida.

Gallo (2016) sustenta que el excremento de cerdo produce alta cantidad de nutrientes que no son asimiladas en su totalidad, únicamente se puede aprovechar el 33% de proteína que está en la dieta consumida. El nitrógeno que no es absorbido está en las excretas un 16% y en la orina el 51%, posteriormente el 34% se convierte en gas y el 32% se adjunta al suelo.

Guzmán (2013), afirma que las excretas de los cerdos contienen la mayoría de los nutrientes que necesita la planta para su crecimiento y desarrollo, puede emplearse como un insumo (abono orgánico) que sustituye a fertilizantes convencionales de alto costo. Se estima que las excretas diarias son de 65 kg por cada 100 kg de peso vivo. Los cerdos en crecimiento solo usan el 30 y 35% de nitrógeno y fosforo ingerido.

Sosa (2017), menciona que, existe una enorme variabilidad en la composición física del efluente porcino dependiendo del sistema de producción, tipo de explotación, la edad del animal, la dieta y el manejo de las granjas porcinas (tipo de bebedero, manejo del agua, etc.). Por otro lado, menciona que un verraco produce un aproximado de 3 kg diario, en la finca donde se realizó el trabajo de potencial productivo de cerdo, se estima que un cerdo produce 1.46 kg de excreta en peso seco.

Tabla 6. Estimación anual de estiércol de cerdo en kg

Finca	Cantidad de cerdos	cantidad de estiércol producido kg/año	N kg/año	P kg/año	K kg/año
Finca Los Cedros	18	9592.2	178.41	101.68	213.91
Huerto Gudiel	2	1065.8	19.82	11.3	23.77

Estimación de la producción y aporte nutricional de gallinaza

La gallinaza es rica en nutrimentos ya que las aves defecan junto con la orina lo que las hace que esta tengan mayor contenido de nutrientes otros factores influyen en la calidad de la gallinaza como por ejemplo edad, plumaje, alimento, temperatura ambiente, ventilación del galpón, este subproducto es perseguido por ser rico en nutrientes según Casas (2020), este material tiene grandes ventajas para incrementar la producción de los cultivos, entre las más importantes están: el aporte de nutrientes como N, P y K, e incremento de la materia orgánica del suelo.

Bragachini, Huerga, Mathier y Sosa, (2015), mencionan que, con la transformación de la gallinaza, por medio de diferentes tratamientos, se genera una alternativa para darle valor agregado a un residuo abundante en las producciones avícolas. Por otra parte, Nieto y González, (2018), afirman que la gallinaza se maneja tradicionalmente como abono orgánico. Casas (2020), afirma que las gallinas de postura en jaula excreta 35.8 a 40.8 gramos de heces diaria. Haciendo referencia que en las fincas se mantiene 7-64 gallinas (Tabla 7), se estima que en un año el Huerto Gudiel es el que mayor producción de gallinaza, posteriormente F. Los Cedros, F. Osmán Rivera, F. Granadillo Rojo según la estimación el potencial de

gallinaza producido al año es similar, por debajo esta la F. Santiago Villatoro que es la que menos gallinaza produce, esto si mantienen confinadas las gallinas en el galpón y recolectaran la gallinaza.

Tabla 7. Estimación de producción de gallinaza al año por finca

N de gallinas	% de producción en kg de gallinaza en cada finca	Cantidad de gallinaza producida kg/año
64	Huerto Gudiel	887.68
40	F. los cedros	554.8
30	F. Osmán Rivera	416.1
30	F. granadillo Rojo	416.1
7	F. Santiago Villatoro	97.09

El potencial nutricional de NPK en gallinaza es de 3.2 % de nitrógeno, 7.3 % de fosforo y 1.9 % de potasio según Garro (2017) en base a estos datos se trabajó en el cálculo del contenido nutricional que corresponde a la cantidad en kg de gallinaza producido por finca.

La (Tabla 8), representa el porcentaje nutricional de cada finca de acuerdo a la cantidad estimada de gallinaza en kg que producen, Huerto Gudiel puede aprovechar la excreta total de 60 gallinas, finca Los Cedros 40 gallinas, finca Osmán Rivera 30 gallinas, finca Granadillo Rojo 30 gallinas, finca Santiago Villatoro 7 gallinas.

FONCODES (2017) afirma que son muy diversos los posibles usos de gallinaza en la agricultura, su valor puede resumirse en tres variantes: abono o fertilizante, enmienda orgánica o húmica y sustrato de cultivo. Su uso principal vendrá determinado por el objetivo final de su aplicación: poner nutrientes a disposición de los cultivos (abonos), aumentar el nivel del humus del suelo (enmienda orgánica) o utilizarlo como soporte, total o parcial, de los cultivos (sustrato).

Tabla 8. Estimación de nutrientes en kg que podrían obtener al año si recolectaran y trataran la gallinaza

Finca	N kg/año	P kg/año	K kg/año
Huerto Gudiel	28.4	64.8	16.8
F. los cedros	17.7	40.5	10.5
F. Osmán Rivera	13.3	30.3	7.9
F. granadillo Rojo	13.3	30.3	7.9
F. Santiago Villatoro	3.1	7.08	1.8

5.3.2 Producción de materias primas de origen vegetal

Los subproductos vegetales encontrados en las fincas son; hojarasca seca, rastrojos de cultivos, hojarasca verde, pseudotallos, microorganismos y algunos restos de cultivo. Según Villa (2012) los residuos orgánicos vegetales que se incorporan al suelo son sometidos a diversos procesos de transformación donde interviene factores climatológicos, temperatura, humedad etc. Dentro de estos procesos también juega un papel muy relevante la actividad del hombre a través de la incorporación de los residuos de los residuos de las cosechas durante las labores de labranza

5.3.3 Producción de materias primas de origen mineral (harinas de roca)

En la RHBRP hay potencial de producción de minerales mediante harina de rocas es decir se visitó ciertos puntos donde se puede encontrar potencial mineral a través de rocas de diferentes colores que aportan diferentes nutrientes de acuerdo a su color (Figura 19), de acuerdo a los colores se clasifico y se describe en cada punto a continuación. Haciendo énfasis que posiblemente sea ese tipo de rocas ya que solamente se observó y clasifico de acuerdo al color.

Punto 1

Mármol es una roca metamórfica por lo general de color blanco, que procede de la transformación de rocas como la caliza y la dolomía por un incremento de la temperatura y presión. Presenta un aspecto cristalino característico.

Neiss es una roca bandeada o foliada, en la cual bandas de color claro, de cuarzos y feldespatos forman microestructuras paralelas con bandas de otros minerales como biotita y hornblenda y en algunos casos piroxeno.

Punto 2

Caliza es una roca sedimentaria con más del 50% de carbonato de calcio, esta roca es por lo general dura y compacta, pero se presentan problemas geotécnicos relacionados con la disolución del CaCO_3 . Las calizas generalmente, son de color gris azulado, pero las hay también blancas y de otras coloraciones. En las calizas se pueden formar grandes cavernas que actúan como conductos internos del agua subterránea, las cuales pueden conducir cantidades importantes de agua de un sitio a otro y facilitar la infiltración general.

Punto 3:

Neiss es una roca bandeada o foliada, en la cual bandas de color claro, de cuarzos y feldespatos forman microestructuras paralelas con bandas de otros minerales como biotita y hornblenda y en algunos casos piroxeno.

Caliza es una roca sedimentaria con más del 50% de carbonato de calcio, esta roca es por lo general dura y compacta, pero se presentan problemas geotécnicos relacionados con la disolución del CaCO_3 . Las calizas generalmente, son de color gris azulado, pero las hay también blancas y de otras coloraciones. En las calizas se pueden formar grandes cavernas que actúan como conductos internos del agua subterránea, las cuales pueden conducir cantidades importantes de agua de un sitio a otro y facilitar la infiltración general.

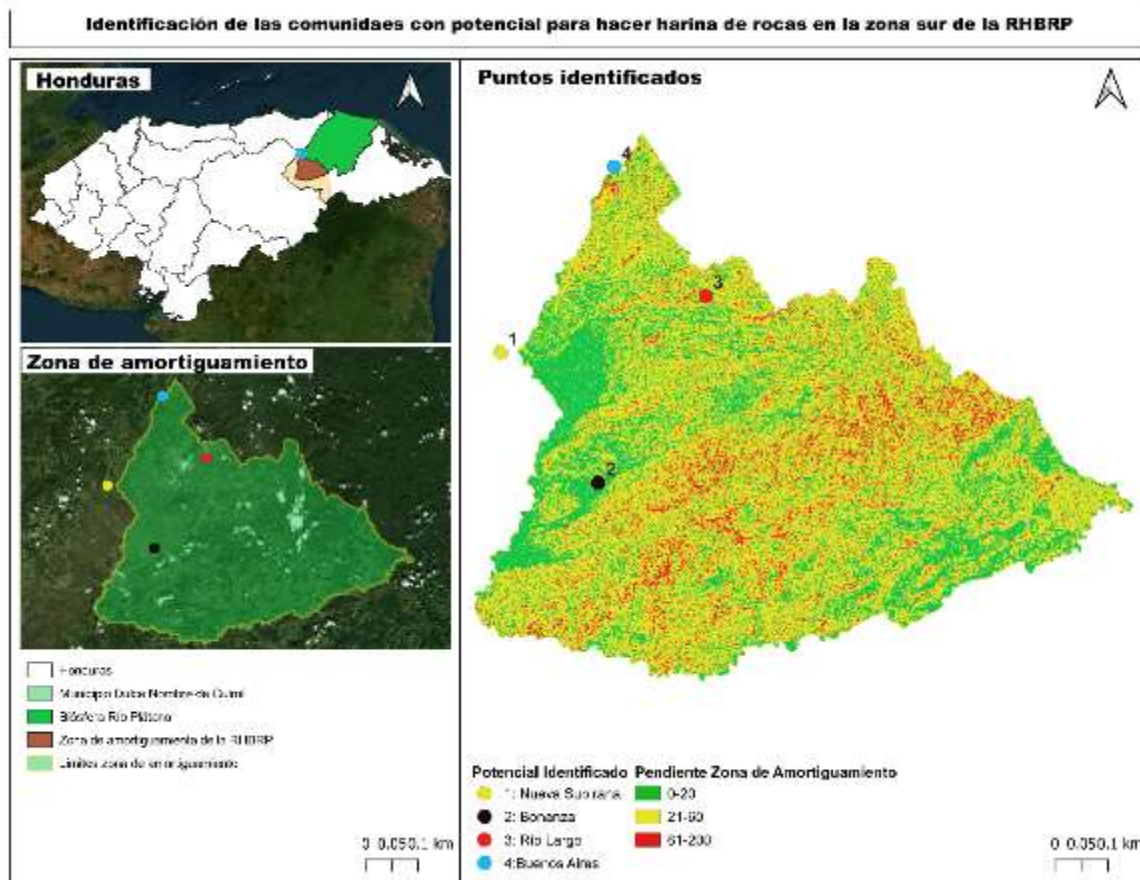


Figura 19. Identificación de las comunidades que cuentan con potencial para hacer harina de rocas



5.4 Determinar la aceptación y percepción comunitaria de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos.

Según la percepción sobre los conocimientos que se tienen por parte del productor en materia de abonos orgánicos, Finca Los Cedros y F. granadillo Rojo comentaron que han tenido acercamientos con la elaboración a través de charlas, talleres y practicas por lo tanto poseían conocimiento del tema, aplicando algunas prácticas en sus cultivos; por otro lado, F. Osmán Rivera, F. Santiago Villatoro y Huerto Gudiel mencionaron que su conocimiento era casi nulo sobre ello ya que en su comunidad las capacitaciones sobre el tema son escasas y manifestaron que necesitaban aprender para manejar de una mejor manera sus sistemas.

Por otra parte, posteriormente el proceso de intervención de las fincas según los productores mencionaron que no se encontraron mayores dificultades en la preparación de cada bioinsumo orgánico (Figura 20). Arango (2017) menciona que los bioinsumos orgánicos son una importante alternativa de fertilización edáfica ya que suplen las necesidades biológicas del suelo, poseen propiedades fisicoquímicas que mejoran e incrementan la producción de cultivos, generan resistencia a enfermedades y plagas en los mismos y además son de fácil elaboración pues pueden ser producidos a nivel de finca.

Por otro lado, solamente un pequeño porcentaje de productores mencionaron que el esfuerzo para la elaboración de cada bioinsumos era moderado (Figura 20), esto debido a que mencionaron que algunos biopreparados requerían más esfuerzo físico y tiempo para poder elaborarlos.

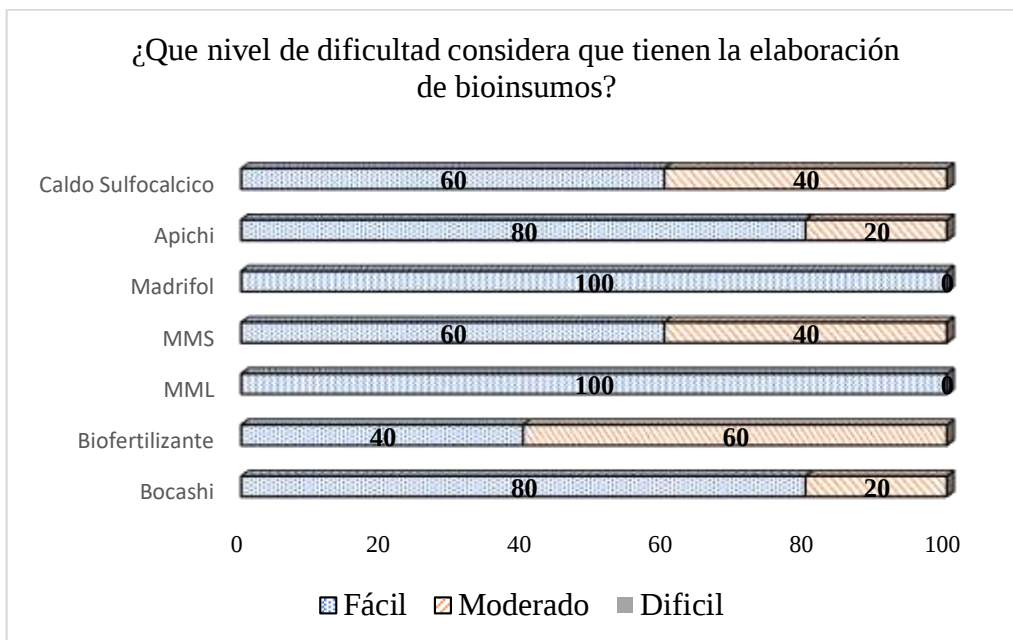


Figura 20. Nivel de dificultad de la elaboración considerado por los productores

Los bioinsumos elaborados en cada finca en términos económicos son accesibles según lo manifestado por cada productor esto se debe a que se elaboraron con materiales locales de fácil acceso en cada finca como; vacasa, cerdasa, gallinaza, hojarasca seca y verde, composta, tierra negra, rastrojos de cultivo, pseudotallos de musáceas, microorganismos de montaña, ceniza, harina de rocas, carbón y el 20% percibe que los microorganismos de montaña y 40 % biofertilizante son moderadamente costoso esto debido a que deben de comprar barriles de tapa hermética.

Bermúdez y Ramos (2021), afirman que, por el alza a nivel internacional en los precios de los fertilizantes de origen sintético, el uso de abonos orgánicos representa una viable alternativa por los resultados en los cultivos y al suelo contribuyen a disminuir los costos de producción.

En cuanto al esfuerzo que se requiere para elaborar bioinsumos orgánicos para los productores es poco o moderado ya que los materiales se encuentran en su localidad de cada finca y su proceso de elaboración no requiere de mayor esfuerzo físico, según lo mencionado

solamente: el 40 % bocashi, 20% caldo sulfocálcico, apichi, microorganismos de montaña sólido, biofertilizante mencionaron que se requería un esfuerzo moderado, esto debido a que ellos consideran que requieren más trabajo a diferencia de madrifol y microorganismos de montaña liquido lo cual el 100% menciona que es fácil elaborarlos.

Arango (2017), menciona que los bioinsumos orgánicos a menudo crean la base para ser uso exitoso de los fertilizantes ya sean a base de minerales, materia orgánica, y microbiología ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo. Existen tecnologías prometedoras que constituyen una vía para reducir el efecto negativo de la problemática existente a nivel global, por otro lado, los productores mencionan su satisfacción en cuanto a los rendimientos que pueden dar los biopreparados elaborados, (Figura 21).

Álvarez (2010) afirma que, el biol posee un alto valor nutritivo los cuales favorecen el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas, por otro lado, Torres (2013) menciona que el biol puede, ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, perennes por otro lado Puerto (2020) afirma, que los microorganismos producen vitaminas, ácidos orgánicos, quelatados y antioxidantes, los cuales son cultivos microbianos benéficos que favorecen a la salud de los suelos.

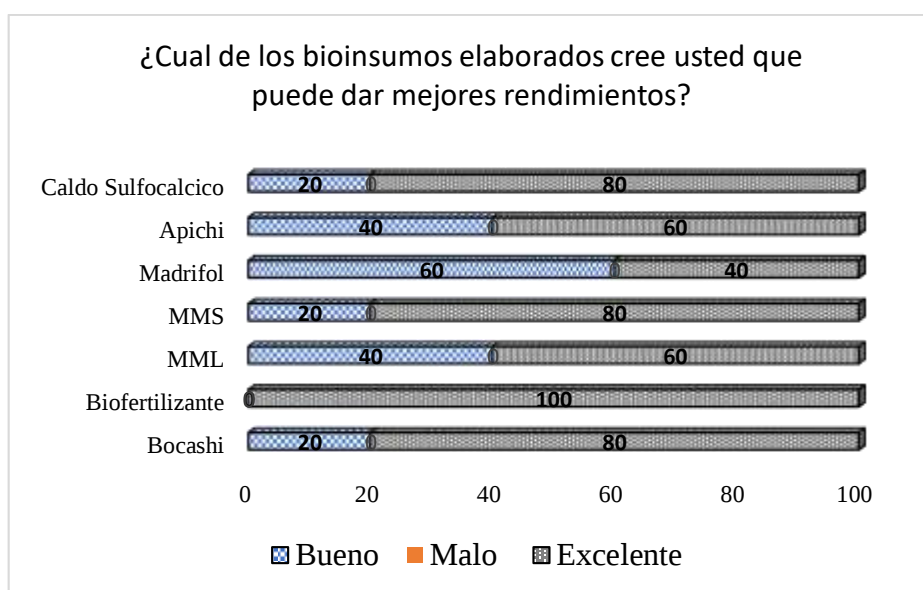


Figura 21. Bioinsumos elaborados que pueden dar mayor rendimiento según los productores

Con una prueba T pareada con un contraste bilateral, se encontró que existe diferencia altamente significativa entre el conocimiento de los productores antes con una media porcentual de 4.50 y después de la elaboración de abonos orgánicos esta se elevó a 6.60, con una diferencia de media de 1.45 por lo que los productores aumentaron sus conocimientos en la elaboración de bioinsumos, (Anexo 9).

Estudios anteriores muestran que el compartir conocimiento, fomentar las capacidades e invertir en tecnologías innovadoras es parte de la transformación hacia un sistema agrícola y alimentario sostenible. Sin embargo, a lo largo de los últimos años hemos sido testigos de un cambio significativo en la forma de extensión del conocimiento. Los sistemas verticales y orientados hacia la tecnología tienden a ser sustituidos cada vez más por métodos integrados, orientados al mercado y gestionados por los agricultores (FAO 2018).

CONCLUSIONES

Tras identificar el potencial de materias primas locales para la elaboración de bioinsumos se determinó que en las fincas intervenidas existe un alto porcentaje de materias primas de origen vegetal y mineral, sin embargo, el potencial de materias primas de origen se puede ver en déficit en una minoría de las fincas ya que no cuentan con ganado bovino no obstante el acceso a este subproducto se podría adquirir de manera fácil en la comunidad.

Mediante el cálculo e identificación de materias primas se determinó que en su mayoría las fincas intervenidas tienen alto porcentaje de subproductos locales con potencial significativo en el aporte de nutrientes de N, P, K tanto vegetales, minerales y de origen animal de los subproductos de fácil acceso a lo interno de cada sistema con los que podrían asimilar y poner disponibles para la actividad agrícola mediante diferentes vías de tratamiento.

Los bioinsumos elaborados en conjunto con cada productor propietario de cada finca intervenida teniendo los resultados esperados ya que estos se desarrollaron en tiempo y forma y se logró capacitar a cada productor en la elaboración de bioinsumos y cómo aplicarlos a su parcela agrícola.

Los productores se mostraron satisfechos por el trabajo realizado reflejando una excelente aceptación y percepción haciendo énfasis en su disposición del tiempo, involucrándose al trabajo que se realizó y su aptitud fue aceptable durante el tiempo de trabajo (identificación y recolección de materias primas, elaboración y aplicación de los bioinsumos).

RECOMENDACIONES

Realizar análisis en el laboratorio del potencial de materias primas animal, vegetal y mineral de cada finca para conocer con exactitud que nutrientes contienen esas materias encontradas y su composición nutricional de la misma manera presentar de manera detallada a cada productor los resultados obtenidos.

Confinar 1 vaca para calcular el potencial de producción de estiércol por un lapso de 24 horas, de igual manera analizar en el laboratorio el estiércol bovino producido y su composición nutricional de su excreta, llevar muestra a laboratorio del suplemento alimenticio que esta consume para conocer la riqueza nutricional del alimento bovino.

Brindar capacitaciones mediante asistencia técnica en la elaboración de bioinsumos orgánicos ya que la mayoría de los productores que se trabajó carecen de conocimiento tanto en la elaboración como en la utilización de productos orgánicos debido a que todos los productores realizan su actividad agrícola mediante control químico y en su mayoría no existe una transición a la agricultura orgánica.

Darle continuidad a cada finca intervenida ya que al formar parte de la reserva del Río Plátano como patrimonio cultural de la humanidad declarada por la UNESCO es de suma importancia ir caminando hacia una transición más amigable con el medio ambiente y con la economía del productor.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, YLA. 2005. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120659006> (en línea). Icidca XXXIX:35-48.
- Agricultura, E. 2007. Unidad 1. La agricultura ecológica. Junta de Andalucía (2005):1-91.
- Alberto, L; Marín, V. 2012. La agroecología: una estrategia para afrontar el cambio climático. La agroecología: una estrategia para frontar el cambio climático 9(1):125-138.
- Almendros, G; González-Pérez, JA; De La Rosa, JM. 2022. El Suelo Y La Importancia Del Humus (en línea). (March).
- Altieri, M y Nicholls, C; Alan Chalmers, PF; Sanmartín, J; Chalmers, AF; Introductoria, N; La, S; La, NDE; Agroecolog, L; Guzm, S. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Diario de campo :1-16.
- Álvarez Aragón, P; Biancucci, M. 2006. Universidad nacional del comahue escuela superior de salud y ambiente lic. en saneamiento y protecciòn ambiental microbiologia ambiental 2 –año 2006. Microbiologia (Madrid) .
- Álvarez, L; Enrique Vargas-Bayona, J; García-Díaz, LK; Álvarez Palomino, L. 2018. Artículos de revisión Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales (en línea). Spei Domus 14(28-29):1-10.
- Biodiversidad, RB. 1994. Capitulo vii: flora. .
- Birkhofer, K; Bezemer, TM; Bloem, J; Bonkowski, M; Christensen, S; Dubois, D; Ekelund, F; Fließbach, A; Gunst, L; Hedlund, K; Mäder, P; Mikola, J; Robin, C; Setälä, H; Tatin-Froux, F; Van der Putten, WH; Scheu, S; Bello, A; López-Pérez, J a.; Díaz-Viruliche, L; Martin, EC; Garrosa, E; Moreno, B; Boada, M; Blanco, M; Ciencias, F De; Humus, E; Ed, M; F, FT; R, SA; Labrador, J; Meléndez, G; Soto, G; Haynes, RJ; Naidu, R; Barzegar, a. R; Yousefi, a.; Daryashenas, a.; Labrador Moreno, J; Guibertau Cabanillas, A; Lopez Benites, L; Reyes Pablos, JL; Julca-Otiniano, A;

- Meneses-Florián, L; Blas-Sevillano, R; Bello-Amez, S; Lado, M; Paz, a.; Ben-Hur, M; Chenu, C; Le Bissonnais, Y; Arrouays, D; Feller, C; Beare, MH; Agr, I; Silva, A; Six, J; Bossuyt, H; Degryze, S; Denef, K. 2008. Taller de Abonos Orgánicos. Soil Science Society of America Journal . DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1009738307837>.
- Bonel, BA; Morrás, HJM; Bisaro, V. 2005. Modificaciones de la microestructura y la materia orgánica en un Argiudol bajo distintas condiciones de cultivo y conservación. Ciencia del Suelo 23(1):1-12.
- Bragdon, S; Smith, C. 2015. La innovación del pequeño agricultor. :5-16.
- Cáceres, J. 2018. Manual de preparacion para bioinsumos agroecologicos. :1-18.
- Cajamarca, D. 2012. Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos (en línea). Universidad de Cuenca :118.
- Campesino, S. 2013. Reforma Agraria , Agricultura y medio Rural en Honduras. .
- CEPAL. 2011. Agricultura y cambio climático: instituciones, políticas e innovación (en línea). Seminarios y Conferencias (65):120.
- Chaboussou, F. 1994. La teoría de la trofobiosis. Soil Use and Management, :18(2), 94–100.
- Comunicacion de sustentabilidad y RSE. 2020. La importancia del desarrollo de la agricultura sostenible en el año 2020 - ExpokNews (en línea, sitio web). Consultado 22 jun. 2022.
- Corbella, R; Fernández de Ullivarri, J. 2011. Ma t e r i a O r g á n i c a d e l S u e l o (en línea). Universidad nacional de Tucuman .
- Corrales, LC; Antolinez Romero, DM; Bohórquez Macías, JA; Corredor Vargas, AM. 2015. Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. Nova 13(24):55. DOI: <https://doi.org/10.22490/24629448.1717>.
- Correa, OS. 2016. Los Microorganismos Del Suelo Y Su Rol Indiscutido En La Nutrición Vegetal. (August).
- Docampo, R. 2014. Y Su Manejo En Producción Frutícola. Inia 67:81-89.
- Eidgenossenschaft, S; Svizzera, C. s. f. Manual Conservación de Suelos. .
- Faber, I. 2014. Caficultura, carbono y conocimiento para REDD+. Leisa. Revista de Agroecología 30(4):36-39.
- FAO. 2021. Frutas y verduras – esenciales en tu dieta Año Internacional. s.l., s.e.

- FAO; MINENERGIA; PNUD; GEF. 2011. Manual del Biogás (en línea). Proyecto CHI/00/G32 :120.
- fedeagro, venezuela. 2019. Beneficios de la materia organica en el suelo (en línea). .
- Félix Herrán, JA; Sañudo Torres, RR; Rojo Martínez, GE; Martínez Ruiz, R; Olalde Portugal, V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai 4:57-68. DOI: <https://doi.org/10.35197/rx.04.01.2008.04.jf>.
- Fernando, C; Gabela, D; Panamericana, EA. 2020. Agricultura Sostenible : Relación entre Conocimiento y Actitud en Estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana , Zamorano , Honduras Agricultura Sostenible : Relación entre Conocimiento y Actitud en Estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana , Zam. .
- Flores, GC. s. f. Técnicas de microbiología y bioquímica en el estudio del suelo y planta. s.l., s.e.
- FONADE, F financiero de proyectos de desarrollo; IDEAM, I de hidrología meteorología y estudios ambientales. 2013. Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sector. Cambios Climáticos :0-49.
- Garcia, C; Herran, J. 2014. Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales (en línea). :160.
- Gerritsen, PRW. 2009. Departamento de ecología y recursos naturales , imec bio centro universitario de la costa sur. 4:187-226.
- Guevara Hernández, F; Hernández Ramos, MA; Pinto Ruiz, R; Arias Yero, I; Rodríguez Larramendi, LA; Medina Sansón, L; Rodríguez Rodríguez, S. 2019. Oportunidades para la innovación de sistemas tradicionales de producción agropecuaria: un análisis socioantropológico retrospectivo. CIENCIA ergo sum 26(1):1-18. DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v26n1a1>.
- Hidalgo, J. 2017. La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano. s.l., s.e. 117 p.
- IICA. 2017. La innovación para el logro de una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva (en línea). s.l., s.e., vol.574. 141 p.
- Instituto de Conservacion Forestal. 2013. Plan de manejo Reserva del Hombre y la Biósfera del Río Platano (2013-2025) (en línea). :252.

- IPCC. 2020. El cambio climático y la tierra (en línea). s.l., s.e. 40 p.
- Jiménez, A. 2011. Microbiología del Suelo (en línea). Slideshare (July):96.
- Leonela, W; Valerio, C; Rica, C. 2009. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL. .
- Lobo, A. 2012. Aspectos básicos y aplicados. .
- Lopez, P. 2020. Indagan la composición de la materia orgánica del suelo (en línea). .
- Mamani, A; Filippone, M. 2018. Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. Revista agronómica del noroeste argentino 38(1):9-21.
- Marquez, A. 2021. Rizosfera: qué es, para qué sirve, composición e importancia. .
- MartínezCastillo, RM. 2002. Agroecología: Atributos de Sustentabilidad. Inter Sedes 3(5):25-45.
- Ministerio del Medio Ambiente, C. 2020. Tercer informe del estado del medio ambiente 2020 (en línea). Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) 3(15):1-67. Disponible en <https://sinia.mma.gob.cl/interactivo-iema2020/>.
- Monzón, J; Broggi, E di M; Braude, H. 2021. Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo Capacidades existentes y estrategia de política Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo Capacidades existentes y estrategia de. :137.
- Mora, J; Ordaz, JL; Acosta, A; Serna, B. 2015. Panamá efectos del cambio climático sobre la agricultura. .
- Morales, E. 2022. Descubre Todo Sobre los Matsés (en línea, sitio web). Consultado 22 jun. 2022.
- Morales Hernández, J; Castro, EA; Lucero, LV. 2014. Los procesos de construcción de conocimiento agroecológico y la transición hacia agricultura más sustentables en Jalisco, México. Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología Rural, (ALASRU) México .
- N. W., O-V. 2009. Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. Materia orgánica biología del suelo y productividad agrícola: Segundo seminario regional comité regional eje cafetero :43-71. DOI: https://doi.org/10.38141/10791/0003_3.
- Nicholls, CI; Altieri, MA; Studies, A. 2015. AGROECOLOGIA : PRINCIPIOS PARA LA CONVERSIÓN. 10(1):61-72.

- Ondarza-Beneitez, MA. 2017. BIOPESTICIDES : TYPES AND APPLICATIONS En años. Agroproductividad 10:31-36.
- Pascual, R; Venegas, S. (2014). La materia orgánica del suelo. Papel de los microorganismos. Pedraza, A. s. f. TECNOLÓGICAS EN ESPAÑA. :40-66.
- Pereira, C; Maycotte, C; Restrepo, B; Mauro, F; Montes, A; Velarde, MJ. 2011. Edafología (en línea). Edafologia 1 1:170.
- Quispe, M; Valdez, S. 2020. Bioinsumos: Un aporte a la resiliencia de los sistemas productivos (en línea). .
- Ramírez, I; Ruilova, B; Garzón, J. 2015. Innovaciones tecnológicas en el Sector Agropecuario (en línea). Innovación tecnológica en el sector agropecuario 2(1):130.
- Reyes Aguilera, EA. 2018. Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos. Revista Científica de FAREM-Estelí (24):60-81. DOI: <https://doi.org/10.5377/farem.v0i24.5552>.
- Sámano Rentería, MA. 2018. La agroecología como una alternativa de seguridad alimentaria para las comunidades indígenas (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4(8):1251-1266. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i8.1137>.
- Sánchez, L; Reyes, O. 2015. Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe (en línea). Economic Commission for Latin America and the Caribbean :75.
- Santiago Cadena Rodríguez. 2016. Estudio de los procesos de metanogénesis y sulfato reducción en tapetes microbianos de ambientes hipersalinos. :45.
- Soria, MA. 2016. Why are soil microorganisms important for agriculture ? Revista Química Viva 1:3-10.
- Suarez, C; Ortega, U; Suarez, MC; Jaimes, E. 2019. Desarrollo de sistemas de producción agroecológica : Dimensiones e indicadores para su estudio. XXV.
- Tortosa, G. 2020. Los exudados de la raíz activan a los microorganismos de la rizosfera. .
- Viguera, B; Martínez-Rodríguez, R; Donatti, C; Harvey, C; Alpízar, F. 2017. Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica , estrategias de mitigación y adaptación. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE) (en línea). Catie :49.

ANEXOS

Identificar las fuentes de materia prima locales para la elaboración de bioinsumos de calidad

Anexo 1. Boleta de campo para la recolección de estiércol

Boleta de campo para recolección de estiércol				
Localidad /Municipio			comunidad	
Fecha			Hora	
Nombre de la finca				
Tipo de animal	Número de animales en corral	Material desecho al día kg	Material desecho a la semana en kg	Material desecho al año en kg
Vaca				
Caballo				
Ternero				
Cerdo				
Gallina				
Conejo				

Anexo 2. Boleta de campo para coleccionar datos sobre minerales

Boleta de campo para recolección de minerales			
Localidad /Municipio		Comunidad	
Fecha		Hora	

Nombre de la finca _____			
Minerales	Cantidad producida /día/kg	Cantidad producida /semanal/kg	Cantidad producida /Año/kg
Harina de Rocas			
Ceniza			

Anexo 3. Ficha de campo para la identificación de plagas

Ficha de identificación de plagas						
Localidad /Municipio _____			Comunidad _____			
Fecha _____			Hora _____			
Nombre de la finca _____						
finca	Nombre del propietario	comunidad	Nombre científico	Nombre común	Órgano afectado	Unidad de muestreo

Anexo 4. Recolección de rocas de diferentes colores

Pasos para recolección de rocas

Las harinas minerales son polvos finos que se utilizan como suplementos dietéticos, fertilizantes y en la industria de la construcción. Son producidos a partir de rocas que contienen minerales y oligoelementos esenciales para la salud humana y la agricultura.



Identificación de rocas: Se realizó una búsqueda de que rocas que podrían ser útiles para este propósito como el feldespato, la mica, el cuarzo, el granito, la riolita, entre otros.



Localización de rocas: se identificó lugares donde se pueden encontrar estas rocas en la naturaleza, como ríos, arroyos, laderas de montañas, canteras abandonadas, entre otros.



Clasificación de rocas: una vez que se han recolectado las rocas, se clasificaron según su color, tipo y calidad.



Herramientas y técnicas de recolección: se utilizó martillos y piochas para triturar las rocas y posteriormente se almacena el polvo en sacos, en lugares secos.



Elaboración de bioinsumos en cada finca

Anexo 5. Bioinsumos Elaborados

BINSUMOS ELABORADOS EN CADA FINCA



El término bioinsumo se refiere a los productos elaborados a partir de organismos benéficos: como bacterias, hongos, virus o insectos, o bien, extractos naturales obtenidos de plantas y que pueden ser utilizados en la producción agrícola para controlar plagas, o promover el desarrollo de las plantas. Son productos que no dejan residuos tóxicos en el medio ambiente y cuya utilización no implica riesgos para la salud de los agricultores y de los consumidores. (Fernandez y Solis 2020).

Bocashi

El proceso da inicio por acción heterogénea población microbiana quimioheterotrofica de hábitos mesófilos y a medida esta respira la temperatura aumenta y los mesófilos van siendo sustituidos por otros microorganismos heterotróficos pero termófilos. Cuanto mayor es la disponibilidad de los residuos, mas rápido se eleva la temperatura (Corrales et al. 2015).

Una medida de calidad de los abonos son los indicadores de madurez del producto, la respiración aumenta con los días de fermentación oscilando 1-1,5 estos valores manifiestan la estabilidad del abono ya que un bocashi es estable cuando la tasa de respiración es menor de 2 mg (Ramos Agüero et al. 2014).



Caldo Sulfocálcico

El caldo sulfocálcico, es obtenido por el tratamiento térmico del azufre y la cal, producto es conocido, principalmente, debido a su acción fungicida y también es utilizado como acaricida e insecticida. El efecto tóxico del caldo sulfocálcico a los insectos y ácaros, se da por la reacción de los compuestos del producto aplicado sobre la planta con el agua y el gas carbónico, resultando en gas sulfhídrico y azufre coloidal (Giraldo et al. 2013)

El control de las plagas que atacan los cultivos son realizados, en la mayoría de las veces, con la utilización de insecticidas y acaricidas sintéticos, su uso, causa problemas como la resistencia de las plagas, ocasionado por la utilización continua de determinados ingredientes activos y por la alta toxicidad de los productos a los aplicadores, están frecuentemente asociados a la utilización exclusiva del control químico. A esos factores negativos se suma el costo elevado de los productos, lo que ha encarecido la producción, que es realizada muchas veces por pequeños productores (Zúñiga-Oviedo y Soto-Giraldo 2018).



Microorganismos de montaña

Los microorganismos de montaña (MM) son inóculos microbianos con altas poblaciones principalmente de hongos, bacterias y actinomicetos, que se encuentran naturalmente en el suelo. Son biofertilizante económico, que contribuye a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo (Camacho et al. 2018).

Conformado por poblaciones de hongos, bacterias y actinomicetos, encontrados en el suelo las bacterias anaerobias cuentan con un metabolismo que generan su energía a partir de sustancias que carecen de oxígeno, lo hacen generalmente a través de procesos de fermentación, aunque en ocasiones como en el caso de las que se encuentran en grietas hidrotermales marinas a grandes profundidades, lo hacen mediante reacciones que emplean compuestos químicos inorgánicos (Corrales et al. 2015).



Biofertilizante



Es un fitorregulador de descomposición anaeróbica que promueve la actividad fisiológica, desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que son complemento a suelos improductivos o desgastados (COMSA 2020).

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (Restrepo, 2007).

Madrifol

Es un fertilizante foliar orgánico caracterizado por aporte de nitrógeno que actúa como repelente de las plagas y ayuda a la coloración del cultivo y mayor vigorosidad, este mantiene activa la planta y protege actuando como biorepelente y fijador de nitrógeno.



Apichi



Es un bioinsecticida que su nombre obedece a su composición de ingredientes que es elaborado, es una sustancia natural obtenida a partir de la mezcla de elementos y extractos presentes en determinadas plantas, que poseen características botánicas tóxicas con acción de repeler o provocar la muerte de insectos patógenos dentro de los cultivos actuando como insecticida.

Materiales utilizados para la elaboración de Bioinsumos			Bioinsumos	Cantidades elaboradas por finca
Materia Orgánica	Microbiología	Minerales	Bocaschi	8 quintales
Vacasa	Microorganismos	Harina de roca	MMS	Barril de 50 litros de capacidad
Cerdasa		Ceniza	MML	50 litros
Gallinaza	Materiales comprados	Carbón	BIOL	50 litros
Hojarasca seca y verde	Semolina		Madrifol	7 litros
Tierra negra	Melaza		Apichi	8 litros
Rastrojos de cultivo	Levadura		Caldo sulfocálcico	16 litros
pseudotallo (musáceas)	Barriles			

Los precios de referencia internacionales de los fertilizantes han ido aumentando a lo largo de todo 2021. El aumento más notable se ha registrado en los precios de los fertilizantes nitrogenados. Los precios de la urea, un fertilizante nitrogenado de gran importancia, se han triplicado con creces en los últimos 12 meses; por ejemplo, las cotizaciones nominales de los precios al contado (a granel) en el Mar Negro han pasado de 245 USD por tonelada en noviembre de 2020 a 901 USD por tonelada en noviembre de 2021 (FAO 2022).

Determinar la aceptación y percepción comunitaria de la innovación tecnológica del uso de bioinsumos

Anexo 6. I Momento

Encuesta inicial

- ¿En escala de 1 a 10 cuanto sabe sobre la preparación de abonos orgánicos?
- ¿Ha recibido capacitaciones sobre la elaboración de abonos orgánicos?
- ¿Cuántas capacitaciones ha recibido sobre la elaboración de abonos orgánicos?
- ¿Ha aplicado esos abonos a la Finca?
- ¿Cuántos tipos de abonos orgánicos conoce y ha elaborado?
- ¿Qué materias primas podemos encontrar en su finca para elaborar abonos orgánicos?
- ¿Esas materias primas locales en su finca usted les da un tratamiento?
- ¿Qué tipo de animales y en qué cantidad cuenta la finca que puedan aportar a la producción de materias primas locales?
- ¿cuenta con corral en su finca?
- ¿Las gallinas las maneja en galpón o al aire libre?

Anexo 7. II Momento

Encuesta para medir el nivel de dificultad, costo económico, esfuerzo y rendimiento de los bioinsumos elaborados en la finca.

Nombre del propietario _____

Finca: _____

Comunidad : _____

Fecha: _____

Parte 1: Nivel de dificultad

¿Qué nivel de dificultad considera usted que tiene la elaboración de Apichi?

A) Fácil

B) Moderado

C) Difícil

¿Qué nivel de dificultad considera usted que tiene la elaboración de Caldo Sulfocalcico?

- A) Fácil B) Moderado C) Difícil

¿Qué nivel de dificultad considera usted que tiene la elaboración de Madrifol?

- A) Fácil B) Moderado C) Difícil

¿Qué nivel de dificultad considera usted que tiene la elaboración de Microorganismos de montaña solido (MMS)?

- A) Fácil B) Moderado C) Difícil

¿Qué nivel de dificultad considera usted que tiene la elaboración de Microorganismos de montaña liquido (MML)?

- A) Fácil B) Moderado C) Difícil

¿Qué nivel de dificultad considera usted que tiene la elaboración del Biofertilizante?

- A) Fácil B) Moderado C) Difícil

¿Qué nivel de dificultad considera usted que tiene la elaboración del Bocashi?

- A) Fácil B) Moderado C) Difícil

Parte 2: Económica.

¿Económicamente, que tan viable considera usted que es la preparación Apichi?

- A) Costoso B) Moderadamente costoso C) Accesible

¿Económicamente, que tan viable considera usted que es la preparación de Caldo Sulfocalcico?

- A) Costoso B) Moderadamente costoso C) Accesible

¿Económicamente, que tan viable considera usted que es la preparación de Madrifol?

- A) Costoso B) Moderadamente costoso C) Accesible

¿Económicamente, que tan viable considera usted que es la preparación de Microorganismos de montaña liquido (MML)?

- A) Costoso B) Moderadamente costoso C) Accesible

¿Económicamente, que tan viable considera usted que es la preparación de Microorganismos de montaña Solido (MMS)?

- A) Costoso B) Moderadamente costoso C) Accesible

¿Económicamente, que tan viable considera usted que es la preparación de Biofertilizante?

- A) Costoso B) Moderadamente costoso C) Accesible

¿Económicamente, que tan viable considera usted que es la preparación de Bocashi?

- A) Costoso B) Moderadamente costoso C) Accesible

Parte 3: Esfuerzo

¿En base a la elaboración, que nivel de esfuerzo cree usted que requiere preparar Apichi?

- A) Poco B) Moderado C) Mucho

¿En base a la elaboración, que nivel de esfuerzo cree usted que requiere preparar Caldo Sulfocalcico?

- A) Poco B) Moderado C) Mucho

¿En base a la elaboración, que nivel de esfuerzo cree usted que requiere preparar Madrifol?

- A) Poco B) Moderado C) Mucho

¿En base a la elaboración, que nivel de esfuerzo cree usted que requiere preparar Microorganismos de montaña liquido (MML)?

- A) Poco B) Moderado C) Mucho

¿En base a la elaboración, que nivel de esfuerzo cree usted que requiere preparar Microorganismos de montaña solido (MMS)?

A) Poco B) Moderado C) Mucho

¿En base a la elaboración, que nivel de esfuerzo cree usted que requiere preparar Biofertilizante?

a) Poco B) Moderado C) Mucho

¿En base a la elaboración, que nivel de esfuerzo cree usted que requiere preparar Bocashi?

A) Poco B) Moderado C) Mucho

Parte 4: rendimiento.

¿Cuál de los bioinsumos elaborados cree usted que puede dar mejores rendimientos?

A) Apichi B) Madrifol C) Caldo sulfocálcico D) MML E) MMS F)
Biofertilizante G) Bocashi

Anexo 8. III Momento

Encuesta final

1. ¿Qué sensación le deja a usted la elaboración de bioinsumos

A) Buena B) Mala C) Excelente

2. ¿Está dispuesto a implementar los bioinsumos en su finca?

A) Si B) No C) Talvez

3. ¿Estaría dispuesto a optar por este tipo de agricultura en su actividad productiva?

A) Si B) No

4. ¿En una escala del 1 al 10, cuanto considera usted que sabe de la elaboración de bioinsumos?
5. ¿considera que los abonos orgánicos son lo suficientemente rentables para satisfacer las necesidades de las familias?
- A) Si B) No
6. ¿Considera que la elaboración de abonos orgánicos es rentable económicamente en comparación con los precios de los fertilizantes inorgánicos que compran en la comunidad?
- A) Si B) No
7. ¿Estaría usted dispuesto a aplicar abono orgánico en sus cultivos para mejorar la fertilidad del suelo y producir productos libres de químicos?
- A) Si B) No

Anexo 9. Conocimiento por parte de los productores en función de la elaboración de bioinsumos

Resultados

Nueva tabla : 5/3/2023 - 17:57:26 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	LI(95%)	LS(95%)	T	Bilateral
Conocimiento antes	Conocimiento despues	10	-2.10	4.50	6.60	1.45	-3.14	-1.06	-4.58	0.0013

Anexo 10. Fotografías del trabajo realizado











Anexo 11. Cálculo de zonificación de las Fincas Granadillo Rojo, Santiago Villatoro y Osmán Rivera

