



*República de Honduras  
Secretaría de Educación*

## BACHILLERATO TÉCNICO PROFESIONAL EN INNOVACIÓN Y DESARROLLO AGROFORESTAL BTP-IDA

# MANUAL DE AGRICULTURA SOSTENIBLE



### DUODÉCIMO

## ANTECEDENTES

La Red de Institutos Técnicos Comunitarios (Red ITC) es una Asociación Civil, con duración indefinida, sin fines de lucro, apolítica, no gubernamental, con personalidad jurídica, con domicilio en el municipio de Yamaranguila, departamento de Intibucá, que tiene como misión contribuir al desarrollo educativo, social-cultural, productivo y ambiental, a fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, y se rige por las leyes aplicables de la República de Honduras.

La Red ITC tiene como objetivos a) Brindar servicios educativos de calidad (formal y no formal) vinculados al contexto local, regional y nacional, b) Establecer alianzas estratégicas para la implementación de procesos educativos, c) Promover en los hogares de las zonas de influencia educación alimentaria nutricional con capacidad Resilientes mediante una producción diversificada y escalonada d) Reducir los índices de migración interna y externa de personas, promoviendo opciones productivas y empresariales que garanticen su bienestar personal, familiar, comunitario y regional. e) Tema Red y Gestión de Riesgo, como elemento de la calidad educativa para garantizar los procesos de formación y servicios de la Red ITC, f) Promoción de la atención del migrante retornado a través de la generación de oportunidades de formación y asociatividad. Para el desarrollo de sus objetivos, la Red ITC se regirá bajo la coordinación y supervisión de Secretaría de Estado en el Despacho de Educación.

La alianza institucional entre RED ITC y HELVETAS SWISS INTERCOOPERATION se implementó en el periodo 2008-2014 en Proyecto EDUCAR “Educación para el desarrollo económico local”, a través del cual se desarrolló e implementó el “Modelo EDUCAR” el cual, desde los institutos miembros de la RED ITC, fomenta en los y las jóvenes una cultura emprendedora y les permite desarrollar las competencias requeridas para insertarse con éxito en el desarrollo económico de sus comunidades. El modelo Educativo Comunitario EDUCAR se insertó en los programas curriculares de los bachilleratos técnicos profesionales (BTP) en Desarrollo Agropecuario y Gestión Agroforestal. Los cuales, fueron evaluados y oficializados por la Secretaría de Educación en enero de 2014, mediante el acuerdo 033- SE -2014

A partir del año 2015 la Red ITC junto a Helvetas Swiss Intercooperation a través del proyecto EDUCAR Plus se generaron oportunidades de formación profesional que permitieron a jóvenes que no estudiaban ni trabajaban (NINIs), la oportunidad de desarrollar competencias facilitando el acceso a espacios de inserción laboral promoviendo así la formación integral de jóvenes motores del desarrollo económico local, impulsados desde los institutos de educación media miembros de la Red ITC, de acuerdo a la demanda del mercado laboral.

La oferta educativa en el sector agroforestal en el país tiene su origen con el Programa de Apoyo a la Enseñanza de la Educación Media en Honduras (PRAEMHO) como una respuesta a la situación imperante en el país en el 2007 propuso el abordaje de la educación agroforestal

mediante dos nuevos bachilleratos: El Bachillerato Técnico Profesional en Agricultura y el Bachillerato Técnico Profesional en Administración Forestal. Sin embargo, en el 2014 la Red de Institutos Técnico

Comunitarios (ITC), a partir de la experiencia de la implementación del modelo educativo comunitario educar genera mediante el acuerdo 033- SE -2014 el Bachillerato Técnico Profesional en Desarrollo Agropecuario y el Bachillerato Técnico Profesional en Gestión Agroforestal.

Además, en el año 2014 surge la necesidad de que las cinco (5) Escuelas Agrícolas del país ofrezcan una oferta formativa diferenciada a sus educandos, por lo tanto, se aprueba el Bachillerato en Producción y Desarrollo Agropecuario sobre la base del BTP en Desarrollo Agropecuario. Posteriormente se aprueba el Bachillerato Técnico Profesional en Agroindustria y el Bachillerato Técnico Profesional en Agricultura con orientación en café, sumando una oferta de siete carreras del sector agroalimentario.

La Secretaría de Educación, en colaboración con Red ITC, anuncia oficialmente el lanzamiento de las dos mallas curriculares de formación técnica profesional, según acuerdo N° 0538 SE-2023. BTP en Innovación y Desarrollo Agroforestal para los institutos técnicos del sector agroalimentario y BTP en Desarrollo Agroempresarial para las escuelas agrícolas.

# PRESENTACIÓN

La estructuración del nuevo diseño curricular del sector agroforestal se basa en los lineamientos del Plan de Refundación de la Educación, que propone “un sistema educativo orientado a un modelo de desarrollo sostenible”, relevante y pertinente para empoderar a las poblaciones locales y fortalecer el desarrollo comunitario.

El Bachillerato Técnico Profesional en Innovación y Desarrollo Agroforestal (BTP-IDA) y BTP en Desarrollo Agroempresarial representa una oportunidad estratégica para que los jóvenes participen activamente en la transformación productiva de sus territorios, integrando el conocimiento técnico con prácticas sostenibles, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la innovación en los sistemas agroforestales.

Esta propuesta educativa reconoce el valor del enfoque agroforestal como vía para generar mayor productividad, diversificación de ingresos y resiliencia ambiental. A través de la implementación de buenas prácticas en agricultura, manejo forestal y conservación de ecosistemas, los estudiantes desarrollan capacidades que no solo impulsan la economía regional, sino que también contribuyen a la seguridad alimentaria, la sostenibilidad de las cadenas de valor y el bienestar de las comunidades.

La oferta curricular del BTPIDA y BTPDA está organizada de forma modular y basada en competencias, tomando como referencia el Catálogo Nacional de Perfiles Profesionales de Honduras. Su visión es formar una nueva generación de profesionales capaces de impulsar el desarrollo económico y social de sus comunidades, mediante el uso eficiente de tecnologías apropiadas, la innovación local y el compromiso con la protección del medio ambiente.

Se espera que este material contribuya significativamente al logro de los objetivos de formación del BTP del sector agroalimentario y que se convierta en una guía útil y accesible para docentes y estudiantes comprometidos con el desarrollo de sus territorios.

El presente manual del módulo de Agricultura Sostenible ha sido concebido como una herramienta para formar conciencia crítica y habilidades técnicas orientadas a la producción responsable de alimentos. A través de su contenido, se promueve el uso eficiente de los recursos naturales, la biodiversidad, el control ecológico de plagas y la regeneración del suelo, impulsando una agricultura que garantice el sustento de las generaciones actuales sin comprometer el bienestar de las futuras.

# CONTENIDOS

AGRICULTURA ORGÁNICA	10
1.1. AGRICULTURA ORGÁNICA	10
1.1.1. USO E IMPORTANCIA DE ABONOS ORGÁNICOS O COMPOSTAJES	11
1.2. PRINCIPIOS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA:	12
1.3. PRODUCTOS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA.	12
1.3.1. COMPOSTAJE	12
1.3.2. BOCASHI	17
1.3.3. LOMBRICOMPOSTAS	23
1.3.4. BIOLES	33
1.3.5. TÉ DE ESTIÉRCOL	36
1.3.6. MICROORGANISMOS DE MONTAÑA.	38
1.4. CONCEPTO DE LAS 4R PARA UN MANEJO RESPONSABLE DE LOS NUTRIENTES	41
1.4.1. FUENTE CORRECTA, EN LA DOSIS, MOMENTO Y LUGAR CORRECTO.	42
CAMBIO CLIMÁTICO	49
2.1. CAMBIO CLIMÁTICO	49
2.2. RESILIENCIA	50
2.3. MITIGACIÓN	50
2.4. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS DEL PAÍS.	51
2.5. SISTEMAS AGROFORESTALES (SAF), SUS BENEFICIOS ANTE EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO.	51
GESTIÓN DE RIESGOS	57
3.1. LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS.	57
3.1.2. MARCO LEGAL.	58
3.1.3. LA POLÍTICA DE ESTADO SE DESARROLLARÁ BAJO LOS SIGUIENTES FUNDAMENTOS.	59
3.2. ANTECEDENTES DE LOS SAT COMUNITARIOS.	59
3.2.1. SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT)	60
3.2.2. DEFINICIÓN SAT	60
3.2.3. LINEAMIENTOS GENERALES DE LOS SAT	60
3.2.4. OBJETIVO DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT)	60
3.2.5. ELEMENTOS DE UN SISTEMA SAT	61
3.2.6. SOSTENIBILIDAD DE LOS SAT	63
3.2.7. EVALUACIÓN FINAL	63
3.2.8. CRITERIOS DE LA EVALUACIÓN FINAL	64
3.3. GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGO.	64
3.3.1. CONTEXTO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN HONDURAS.	65
3.3.2. ETAPAS DEL PROCESO DE LA GESTIÓN DEL RIESGOS DE DESASTRES	65

3.3.3. MATRICES DE PLANIFICACIÓN	66
3.3.4. SUGERENCIAS PARA DISEÑAR E IMPLEMENTAR SAT COMUNITARIOS INCLUSIVOS A NIVEL LOCAL.	67
3.3.5. ELEMENTOS DE UN SAT COMUNITARIO	68
<u>ENERGÍAS RENOVABLES</u>	<u>73</u>
4.1.2. PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS	74
4.1.3. PROCESOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ACTIVIDADES AGROFORESTALES	76
4.1.4. PROCESOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ACTIVIDADES LOCALES	77
<u>GLOSARIO</u>	<u>82</u>
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>83</u>
<u>WEBGRAFIA</u>	<u>87</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>89</u>
<u>CRÉDITOS PROFESIONALES</u>	<u>93</u>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Esquema de la evolución de la materia orgánica que llega al suelo.	17
Ilustración 2: Lombricompostas.	23
Ilustración 3: Elaboración Humus de Lombriz.	26
Ilustración 4: Materiales para precomposteo.	27
Ilustración 5: Pilas para lombricompostas	27
Ilustración 6: Desechos orgánicos pre composteados.	28
Ilustración 7: Pie de cría de lombrices.	28
Ilustración 8: Herramienta/Cinta métrica.	29
Ilustración 9: Herramienta/Cuerda.	29
Ilustración 10: Materiales/Estaca de madera.	29
Ilustración 11: Materiales/Plástico.	30
Ilustración 12: Herramienta/Machete.	30
Ilustración 13: Materiales/Sacos.	30
Ilustración 14: Herramienta/ Pala.	31
Ilustración 15: Camas para Lombriz.	31
Ilustración 16: Alimentación de las lombrices.	32
Ilustración 17: confinamiento del humus de lombriz.	32
Ilustración 18: Elaboración Biol.	33
Ilustración 19: Elaboración Té de Estiércol.	36
Ilustración 20: Ingredientes Biol.	37
Ilustración 21: Proceso elaboración Biol.	37
Ilustración 23: Activación y multiplicación MM sólidos.	41
Ilustración 24: Esquema conceptual del Manejo de Nutrientes 4Rs.	42
Ilustración 25: Factores ecológicos a nivel de paisaje, diversidad vegetación y calidad del suelo que condicionan la resiliencia de un agro ecosistema.	53
Ilustración 26: Gestión Integral del Riesgo.	57
Ilustración 28: Concurrencia legal y política.	58
Ilustración 29: Elementos de un sistema SAT.	61
Ilustración 30: Gobernabilidad	62
Ilustración 31: Sugerencias para diseñar e implementar SAT comunitarios inclusivos a nivel local	67

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Porcentaje de aireación.	13
Tabla 2: Porcentaje de humedad.	14
Tabla 3: Contenido NPK, en el compost.	16
Tabla 4: Composición química del Bocashi.	18
Tabla 5: Lista de ingredientes para la preparación de 100 quintales Bocashi.	20
Tabla 6: Costos para la elaboración de 100 qq de abono en la zona XXXX, Año 2024.	22
Tabla 7: Dosis a emplear Té de estiércol.	37
Tabla 8: Materiales para elaborar MM.	39
Tabla 9: Materiales en activación MM líquidos.	41
Tabla 10: Forma de aplicación y dosis MM.	41
Tabla 11: Fuentes de nutrientes de origen orgánico.	43
Tabla 12: Ejemplo prácticas agroecológicas.	54
Tabla 13: Elementos de un SAT comunitario.	68

# INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad en los procesos de producción agropecuaria y forestal es un aspecto fundamental para garantizar el equilibrio entre la satisfacción de las necesidades humanas y la preservación de los recursos naturales. En este contexto, el espacio curricular de Agricultura Sostenible tiene como objetivo principal dotar a los estudiantes con las herramientas necesarias para implementar prácticas responsables que promuevan la producción eficiente, respetuosa con el medio ambiente y resiliente ante los desafíos actuales. A través de los contenidos de agricultura orgánica, cambio climático, energía renovable, manejo de las 4R en la agricultura (fuente correcta, dosis, momento y lugar) y gestión de riesgos, se pretende desarrollar competencias que permitan la adopción de prácticas agrícolas que no solo optimicen la productividad, sino que también minimicen los impactos negativos sobre el entorno.

Estos aprendizajes facilitarán la transición hacia un modelo de agricultura que priorice la salud de los ecosistemas, la calidad del suelo y el bienestar de las comunidades rurales, fortaleciendo un enfoque integral de sostenibilidad que se extienda a la agricultura, de igual forma, permitirá a los estudiantes adquirir habilidades relevantes y transferibles al ámbito laboral. Cada sección incluye información detallada sobre los elementos en los cuales se basa la agricultura sostenible como realizar prácticas agroforestales que no deterioren los recursos productivos y que restablezcan los equilibrios naturales favoreciendo la fertilidad del suelo, desde el punto de vista químico, físico y biológico.

El propósito de este manual es brindar información teórica, práctica que el estudiante pueda desarrollar, como la elaboración de diagnósticos, exposiciones, foros radiales, elaboración de abonos orgánicos, la formulación de planes de gestión de riesgos y la implementación de técnicas agrícolas saludables, cada uno de ellos, está considerado con base a la unidad correspondiente y menciona aplicaciones o plataformas que faciliten la ejecución de las mismas, presenta su metodología de evaluación, para ser debidamente calificada.

El enfoque de este manual responde a la realidad hondureña, considerando las particularidades del clima, los suelos y los sistemas de producción predominantes en el país. También se abordan estrategias para mejorar la rentabilidad de las fincas, reducir la dependencia de insumos externos y fortalecer la organización comunitaria para la comercialización de productos agrícolas sostenibles.

**UNIDAD DE COMPETENCIAS:** Desarrollar procesos de producción agropecuaria y forestal de manera sostenible.

**HORAS DEL ESPACIO CURRICULAR:** 120 horas

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE:**

- RA1. Implementar procesos para elaboración de fuentes orgánicas nutricionales, haciendo uso de materiales e insumos locales.
- RA2 Utilizar medidas de adaptación y mitigación a la variabilidad climática.
- RA3 Elaborar planes de gestión integral de riesgos tomando en cuenta la metodología y protocolos de SINAGER
- RA4 Identificar fuentes de energía renovable en el contexto nacional y local.

La agricultura orgánica es un sistema de producción agrícola que busca mantener la salud del suelo, los ecosistemas y las personas, evitando el uso de productos químicos sintéticos como fertilizantes, pesticidas y herbicidas. En su lugar, se basa en prácticas sostenibles que promueven la biodiversidad, el uso eficiente de los recursos naturales y el equilibrio ecológico.

### 1.1. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción agrícola que se basa en el respeto por los procesos naturales y la biodiversidad del ecosistema promoviendo el uso de métodos naturales y sostenibles para mejorar la calidad del suelo, controlar plagas y enfermedades fomentando un ambiente saludable para las plantas y los animales.

Actualmente se mira a la A.O. como un movimiento amplio que, en la práctica, podríamos dividirla en dos corrientes históricas que la originaron:

La primera, conocida como corriente orgánica e impulsada por Sir Albert Howard a partir de sus experiencias agrícolas en la India en los años cuarenta, quien plantea, que la fertilidad del suelo a través de la aportación de materia orgánica compostada favorece la resistencia de las plantas ante las plagas y enfermedades. Y, la segunda, parte desde 1924 cuando Rudolf Steiner de origen austriaco, estableció los principios fundamentales de la agricultura biodinámica reconociendo al suelo como un ente vivo y no solamente como un elemento inerte. Parte del principio de que el suelo comparte una parte orgánica caracterizada por el humus más sustratos inertes y otra parte viva o micro diversidad biológica que corresponde a los microorganismos existentes. (Proyecto: estrategias agropecuarias para Galápagos, 2008)

Actualmente, los países de Latinoamérica han dado considerable apoyo al desarrollo de estrategias de mercado, extensión e investigación para la agricultura orgánica. Al mismo tiempo una fuerte demanda de productos orgánicos se ha elevado en países desarrollados y en cierto grado se ha fomentado los mercados locales latinoamericanos. (Instituto de Investigaciones para Agricultura Orgánica, 2003)

La conversión en la agricultura orgánica trae consigo significativos cambios. Primero, la composición de los insumos cambia. Junto con la eliminación en el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas un incremento de otros insumos ocurre, como material orgánico, mano de obra y

maquinaria. Al mismo tiempo, los sistemas de plantación y rotación cambian afectando los rendimientos e ingresos. Los agricultores quieren determinar las limitaciones potenciales, los desafíos y la factibilidad de la agricultura orgánica. Esta evaluación debe incluir consideraciones agronómicas, agro-ecológicas, económicas, sociales e institucionales. (Instituto de Investigaciones para Agricultura Orgánica (FiBL), 2003)

#### **1.1.1. Uso e importancia de abonos orgánicos o compostajes**

Una de las ventajas agronómicas en el contexto de la Agricultura Orgánica de mayor importancia es la posibilidad cierta de elevar el potencial productivo de los suelos, generando condiciones para una mayor actividad biológica, mejorando su estructura y perfil químico, además de contribuir a la disminución que conlleva a su erosión. Además, existe un enriquecimiento genético donde interactúan distintas especies animales y vegetales, lo que logra un equilibrio ecológico que permite disminuir el ataque de plagas y enfermedades. Por otra parte, los productos agrícolas presentan mejor post cosecha y algunos estudios demuestran que tienen mejor calidad nutricional y organoléptica.

Desde el punto de vista económico, este sistema de producción presenta como principales ventajas; el mejor precio que se obtiene en el mercado, lo cual sumado a que en ocasiones se puede tener un menor costo del manejo productivo, logrando una mayor rentabilidad.

Además, el valor del predio aumenta en la medida que se van mejorando y recuperando sus recursos naturales (suelo, biodiversidad, entre otros).

Es posible desarrollar una Agricultura Orgánica destinada a satisfacer la demanda para la producción comercial como para el autoconsumo, así como para diferentes tamaños de explotación, esto conlleva a una disposición de productos más saludables, tanto para el trabajador como para el consumidor. Socialmente favorece una menor dependencia de los agricultores del mercado de los insumos.

En general la Agricultura Orgánica favorece el desarrollo de los agro ecosistemas, lo cual implica una serie de ventajas medioambientales, tales como, el aumento de la biodiversidad que le da estabilidad al sistema, el equilibrio de los distintos elementos que los componen, el uso eficiente de los recursos, la mantención de la fauna y flora, el estímulo al reciclaje, la protección de las aguas subterráneas, dentro de los más importantes (Ministerio de Agricultura. & Subdepartamento de Agricultura Orgánica, n.d.).

## 1.2. Principios de la agricultura orgánica:

1. **Principio de la Salud:** La agricultura orgánica debe sostener y mejorar la salud del suelo, las plantas, los animales y los seres humanos.
2. **Principio de la Ecología:** La agricultura orgánica debe basarse en sistemas ecológicos vivos y en ciclos naturales, respetando y mejorando los ecosistemas en los que se desarrolla.
3. **Principio de la Equidad:** Debe garantizar relaciones justas con el entorno y las personas involucradas en el sistema agrícola, incluyendo agricultores, trabajadores, distribuidores y consumidores.
4. **Principio de la Precaución:** La agricultura orgánica debe gestionarse de manera responsable para proteger el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

## 1.3. Productos de la agricultura orgánica.

Como parte del manejo y uso sostenible de los recursos naturales como principal objetivo de la agricultura orgánica, de esta se pueden obtener diversos subproductos:

### 1.3.1. Compostaje

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas.

Ya que el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se deben tener en cuenta los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción. Estos factores incluyen el oxígeno o aireación, la humedad de sustrato, temperatura, pH y la relación C:N.

Externamente, el proceso de compostaje dependerá en gran medida de las condiciones ambientales, el método utilizado, las materias primas empleadas, y otros elementos, por lo que algunos parámetros pueden variar. No obstante, éstos deben estar bajo vigilancia constante para que siempre estén siempre dentro de un rango óptimo.

A continuación, se señalan los parámetros y sus rangos óptimos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

#### a. Oxígeno

El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmosfera. Así mismo, la aireación evita que el material se compacte o se encharque.

**Tabla 1: Porcentaje de aireación.**

Porcentaje de aireación	Problema		Soluciones
<5%	Baja aireación	Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis	Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación .
<b>5% - 15% Rango ideal</b>			
> 15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua.	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, bien proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013)

## b. Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

Como en todo proceso aerobio o aeróbico, ya sea en el compostaje o aun en la respiración humana, el oxígeno sirve para transformar (oxidar) el C presente en las materias primas (sustrato o alimentos) en combustible. A través del proceso de oxidación, el C se transforma en biomasa (más microorganismos) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o gas producido por la respiración, que es fuente de carbono para las plantas y otros organismos que hacen fotosíntesis. Sin embargo, el CO<sub>2</sub> también es un gas de efecto invernadero, es decir, contribuye al cambio climático.

Durante el compostaje, el CO<sub>2</sub> se libera por acción de la respiración de los microorganismos y, por tanto, la concentración varía con la actividad microbiana y con la materia prima utilizada como sustrato. En general, pueden generarse 2 a 3 kilos de CO<sub>2</sub> por cada tonelada, diariamente. El CO<sub>2</sub> producido durante el proceso de compostaje, en general es considerado de bajo impacto ambiental, por cuanto es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

## c. Humedad

La humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular.

La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material.

En procesos en que los principales componentes sean sustratos tales como aserrín, astillas de madera, paja y hojas secas, la necesidad de riego durante el compostaje es mayor que en los materiales más húmedos, como residuos de cocina, hortalizas, frutas y cortes de césped.

El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base. Una manera sencilla de monitorear la humedad del compost es aplicar la “técnica del puño”. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

**Tabla 2: Porcentaje de humedad.**

Porcentaje de humedad	Problema		Soluciones
<45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos	Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)
<b>45% - 60% Rango ideal</b>			
>60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas.

#### d. Temperatura

La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.

#### e. pH

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0- 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

#### ▪ Material compostable

La gran mayoría de los materiales orgánicos son compostables. En la siguiente lista se hace una extensa relación de materiales que se pueden compostar:

1. Restos de cosecha, plantas del huerto o jardín. Ramas trituradas o troceadas procedentes de podas, hojas caídas de árboles y arbustos. Heno y hierba segada. Césped o pasto (preferiblemente en capas finas y previamente desecado).
2. Estiércol de porcino, vacuno, caprino y ovino, y sus camas de corral.
3. Restos orgánicos de cocina en general (frutas y hortalizas). Alimentos estropeados o caducados. Cáscaras de huevo (preferible trituradas). Restos de café. Restos de té e infusiones. Cáscaras de frutos secos. Cáscaras de naranja, cítricos o piña (pocos y troceadas). Papas estropeadas, podridas o germinadas.
4. Aceites y grasas comestibles (muy esparcidas y en pequeña cantidad).
5. Virutas de serrín (en capas finas).
6. Servilletas, pañuelos de papel, papel y cartón (no impresos ni coloreados, ni mezclados con plástico).
7. Cortes de pelo (no teñido), residuos de esquilado de animales.

No se deben incluir materiales inertes, tóxicos o nocivos tales como:

1. Residuos químicos-sintéticos, pegamentos, solventes, gasolina, petróleo, aceite de vehículos, pinturas.
2. Materiales no degradables (vidrio, metales, plásticos).

3. Aglomerados o contrachapados de madera (ni sus virutas o serrín).
4. Tabaco, ya que contiene una biosida potente como la nicotina y diversos tóxicos.
5. Detergentes, productos clorados, antibióticos, residuos de medicamentos.
6. Animales muertos (estos deben ser incinerados en condiciones especiales, o pueden ser compostados en pilas especiales).
7. Restos de alimentos cocinados, carne.

Para la toma de decisiones a la hora de aplicar compost como fertilizante orgánico, así como para aplicarlo en nutrición integrada con fertilizantes minerales, se debe tener en cuenta:

1. Necesidades del cultivo en cuanto a fertilización (análisis de suelo y foliares).
2. Acceso y disponibilidad de ambos fertilizantes localmente.
3. Costes de ambos fertilizantes.
4. Necesidad de materia orgánica del suelo

**Tabla 3: Contenido NPK, en el compost.**

Nutriente	% en compost
Nitrógeno	0,3% – 1,5% (3g a 15g por Kg de compost)
Fósforo	0,1% – 1,0% (1g a 10g por Kg de compost)
Potasio	0,3% – 1,0% (3g a 10g por Kg de compost)

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

#### ■ Preparación

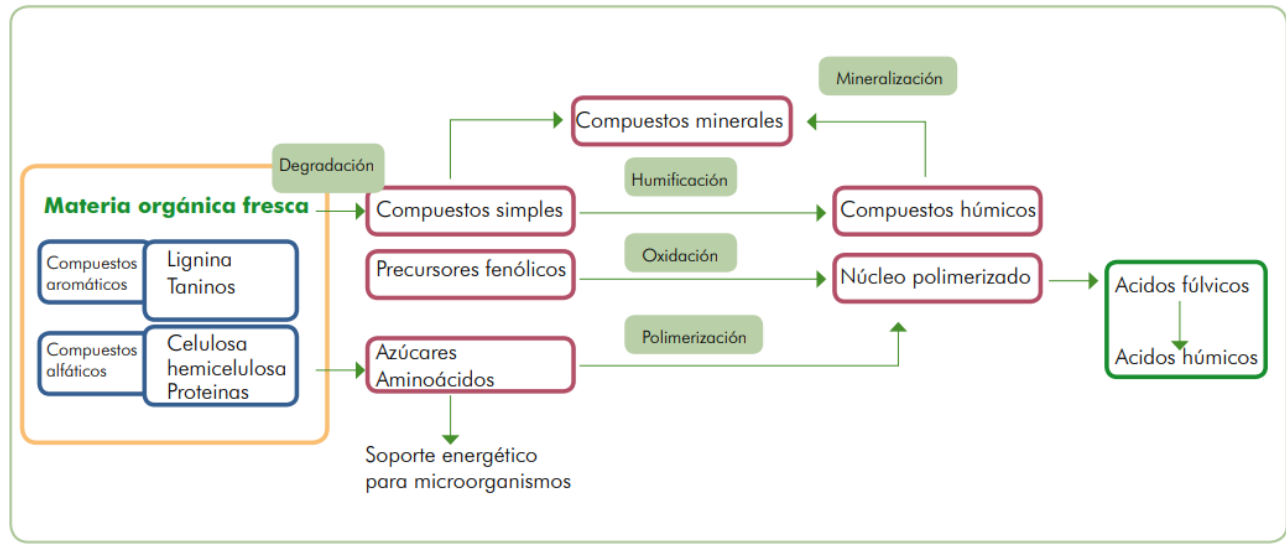
Se delimita el lugar con la ayuda de estacas y una cuerda. Una compostera puede hacerse de 3m por 2 de ancho, para un huerto de 400m<sup>2</sup>. A continuación, se afloja la capa superficial del suelo solo para activar los agentes activos, entonces se colocan los ingredientes en capas alternadas, formando un solo montón, hasta lograr una altura aproximada de 1,5m.

El compost debe regarse permanentemente y voltearse cada 15 días. La temperatura inicial de la mezcla será de 70 °C y la final tendrá la temperatura ambiente. Si tiene un olor fuerte, parecido al amoníaco, puede deberse a un exceso de estiércol o material vegetal, en este caso conviene mezclarlo para que se oxigene. El compost estará listo en unos 60 días según el contexto.

Antes de utilizarlo es bueno cernirlo en una malla metálica. Se conoce que está listo cuando: su olor sea agradable como tierra de bosque, su temperatura iguale a la temperatura ambiente

y, no presente restos de materia vegetal ni estiércol. El compost sirve como abono orgánico, enriquecedor del suelo con nutrientes, como aportante de microorganismos benéficos, también aumenta la aireación de las raíces y permite el reciclaje de desperdicios orgánicos (Fundación para el desarrollo alternativo responsable para Galápagos, 2008).

*Ilustración 1: Esquema de la evolución de la materia orgánica que llega al suelo.*



### 1.3.2. Bocashi

Según el documento “un enfoque de manejo integrado para el sostenimiento de la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos” el término BOCASHI, es una palabra de origen japonés que significa “fermentación aeróbica.”

Este es un abono que desde hace unos 30 años atrás ha estado siendo empleado por diferentes productores en cultivos tales como hortalizas, granos básicos y últimamente en el cultivo de café.

La descomposición de los materiales y la transformación de los nutrientes a formas fácilmente asimilables para las plantas ocurre gracias a la actividad de miles de microorganismos en presencia de oxígeno, obtenido a través del volteo diario.

El bocashi es un abono que provee una gran variedad y alta cantidad de nutrientes, análisis químicos realizados revelan un alto contenido nutricional, y los cuales están fácilmente disponibles a las plantas. (estrategias agropecuarias para Galápagos, 2008).

**Tabla 4: Composición química del Bocashi.**

pH	7.6	Ligero	Alcalino
MO	%	22.3	Alto
Nitrógeno Total	%	1.12	Alto
P	ppm <sup>1</sup>	1700	Alto
K	(meq/100g)	172.3	Alto
Ca	(meq/100g)	623.2	Alto
Aluminio	cmol(+)/L <sup>2</sup>	0.01	Bajo
Magnesio	(meq/100g)	309	Alto
CICE	cmol(+)/L (Ca+K+Mg+H+Al)	1104.51	Alto
Ca/Mg	cmol(+)/L	2	Medio
Ca/K	cmol(+)/L	3.6	Bajo
Mg/K	cmol(+)/L	1.8	Bajo
Ca+Mg/K		5.4	Bajo
Zinc	ppm	0.55	Bajo
Manganeso	ppm	3.06	Bajo
Boro	ppm	5.83	Alto
Hierro	(Fe) ppm	0.5	Bajo
Cobre	(Cu) ppm	0.01	Bajo
Azufre	(S) ppm	3	Bajo

Fuente: (Manual técnico, “Aumentemos la producción respetando al Ambiente y la salud humana”, 2013).

La obtención de un material de alta calidad nutricional y proveedor de microorganismos benéficos dependerá de la variedad y de la calidad de los materiales a emplear.

El uso continuo del bio abono contribuye al incremento de la población benéfica de microorganismos en el suelo, reduciendo de manera drástica la presencia de enfermedades y nematodos.

- **Materiales para la elaboración**

No existe una receta exclusiva o fórmula única para su elaboración, la composición de este abono se ajustará a las condiciones y materiales existentes en las comunidades.

- a. Suelo o tierra**

Este es el ingrediente que nunca debe faltar en la formulación de este abono orgánico, provee los microorganismos necesarios para la transformación de los materiales en abono.

- b. Gallinaza, estiércol de ganado**

Son las fuentes principales de nutrientes como el: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micronutrientes.

- c. Ceniza**

Proveen altas cantidades de potasio, esta puede ser obtenida de los fogones o estufas caseras que funcionan con leña.

- d. Cal**

Se emplea como enmienda para neutralizar la acidez de los estiércoles y materiales verdes que se emplean y constituye una fuente de calcio y magnesio.

- e. Melaza o tapas de dulce**

Sirven como fuente de energía para los microorganismos, quienes se encargan de descomponer los materiales orgánicos. Además, proveen cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrientes.

- f. Desechos vegetales**

Constituyen una fuente rica de nutrientes y alimento de los microorganismos. Son diversas las fuentes que se podrían emplear como materia prima entre ellas están: rastrojos de cultivos hortícolas (repollo, zanahoria, lechuga).

- g. Suero o ácido láctico**

Es un derivado de la leche, es un fuerte esterilizante y supresor de microorganismos nocivos. Además, posee propiedades hormonales y fungistáticas, es buen descomponedor de materia orgánica.

#### h. Levadura

Producen sustancias bioactivas tales como hormonas y enzimas que promueven la división celular y la división de las raíces.

#### i. Carbón

Contribuye a mejorar las características físicas del suelo como la aireación, absorción de calor y humedad. Actúa como una esponja reteniendo, filtrando y liberando poco a poco los nutrientes.

#### j. Agua

Favorece en la creación de condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. El exceso de humedad al igual que la falta de esta, afecta la obtención de un abono de buena calidad.

**Tabla 5: Lista de ingredientes para la preparación de 100 quintales Bocashi.**

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
Tierra	Sacos	25
Gallinaza de jaula <sup>3</sup>	Sacos	25
Estiércol de ganado	Sacos	25
Pulpa de café	Sacos	25
Ceniza de madera	Sacos	1
Mástiles de plátano picado	Sacos	10
Bagazo de caña o pasto picado	Sacos	5
Rastrojos hortalizas	Sacos	5
Cal <sup>4</sup>	Sacos	1
Melaza (o 6 tapas de dulce)	Galón	2
Suero de leche, (o leche)	Galón	1
Levadura de hacer pan	Libra	1
Carbón vegetal molido	Libra	10

<sup>3</sup> Gallinaza puede ser cualquiera, siempre que no sea de pollinaza

<sup>4</sup> La cal se aplicará al 5to día para evitar la pérdida de nitrógeno en los primeros días.

Sulfato de Zinc	Libra	20
Sulpom (O K-Mag),	Quintal	1
Agua <sup>5</sup>		

Fuente: (Manual técnico, “Aumentemos la producción respetando al Ambiente y la salud humana”, 2013).

Tanto los materiales como la mezcla, no debe de prepararse en un sitio donde esté al alcance de la lluvia, empozamiento y el contacto directo con los rayos solares, ya que de lo contrario se detendrá el proceso de fermentación y no se obtendrá la calidad del abono deseado.

### ▪ Proceso de preparación del bocashi

Una vez que se tiene claro la cantidad de bocashi a preparar y la de los materiales necesarios a emplear, se deberá proceder a la elaboración.

#### 1. Selección del lugar

Se necesita de un lugar que proteja de la lluvia y del sol, ya que interfieren en el proceso de fermentación.

El lugar idóneo es una galera que sea lo suficientemente ancho y largo como para cubrir las cantidades a preparar y de preferencia que el piso sea de cemento.

#### 2. El tiempo de elaboración:

Es de 12 a 15 días, bajo condiciones de manejo controladas

#### 3. En el día de la elaboración

Se mezclarán todos los materiales a excepción de la cal, procurando que se distribuyan uniformemente y que reciban el grado de humedad adecuado (no se le volverá a poner agua). La cal se le agregara el quinto día, para evitar la pérdida de nitrógeno durante los primeros días.

La humedad final del material deberá ser alrededor del 35 % y se controlará tomando entre la mano, un puñado del material, el cual se deberá apretar fuertemente y no deberá producir gotas de agua. Al abrir la mano el terrón deberá mantener su forma, el cual se romperá con un ligero toque.

La melaza, la levadura y el suero se deberán disolver en el agua, que se emplea para humedecer los materiales durante la elaboración.

Una vez finalizada la mezcla, se construirá un bulto con las dimensiones de una pila de compost (1,5 m de alto x 3 m de ancho) y el largo que desee, la cual se cubrirá con un plástico por un periodo de tres días.

<sup>5</sup> La cantidad de agua dependerá de la humedad que tengan los materiales.

#### 4. Durante los primeros seis días

Deberá voltearse 2 veces por día (mañana y tarde), el objetivo a lograr con esto es mantener la temperatura a menos de 50 grados centígrados y mantener una altura de 1.5 m de altura.

#### 5. A partir del séptimo día hasta los doce días

Se reducirá el volteo a una vez por día, y la altura de la pila se irá reduciendo para ayudar a su rápido enfriamiento.

Durante este proceso de fermentación se generan altas temperaturas y se detecta sobre la superficie del abono una gran cantidad de micelio perteneciente a los diferentes hongos que intervienen en el proceso de descomposición de esta materia orgánica.

Una de las grandes maravillas de este abono es que no solamente aporta los nutrientes minerales necesarios al aplicarlo al suelo, sino que aporta una gran cantidad de microorganismos en crecimiento y desarrollo, enriqueciendo así la biodiversidad.

Para obtener un máximo aprovechamiento de sus nutrientes se aconseja emplearlo en un periodo no mayor de 6 meses.

##### ▪ Modo de empleo

El bocashi puede ser usado en las camas de semilleros, pero en dosis de 1 lb. por cada 10 mt<sup>2</sup>, para bandejas (usar 4 partes de suelo por una de bocashi,), aplicación localizada en la parte superior del surco.

**Tabla 6: Costos para la elaboración de 100 qq de abono en la zona XXXX, Año 2024.**

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	Costo U	Total
Tierra	Sacos	25	30.00	750.00
Gallinaza de jaula <sup>6</sup>	Sacos	25	30.00	750.00
Estiércol de ganado	Sacos	25	10.00	250.00
Pulpa de café	Sacos	25	15.00	375.00
Ceniza de madera	Sacos	1	10.00	10.00
Mástiles de plátano picado	Sacos	10	5.00	50.00
Bagazo de caña o pasto picado	Sacos	5	25.00	125.00
Rastrojos hortalizas	Sacos	5	10.00	50.00

<sup>6</sup> Gallinaza puede ser cualquiera, siempre que no sea de pollinaza

Cal <sup>7</sup>	Sacos	1	45.00	45.00
Melaza (o 6 tapas de dulce)	Galón	2	100.00	200.00
Suero de leche, (o leche)	Galón	1	25.00	25.00
Levadura de hacer pan	Libra	1	120.00	120.00
Carbón vegetal molido	Libra	10	35.00	350.00
Sulfato de Zinc	Libra	20	50.00	2000.00
Sulpomag (O K-Mag),	Quintal	1	450.00	450.00
Agua <sup>8</sup>				0.00
Nylon o plástico	Yardas	20	20.00	400.00
<b>Costos de elaboración</b>				<b>5,850.00</b>
Jornal	J/Hora	64	30.00	1.920.00
<b>Total</b>				<b>7,770.00</b>

Fuente: (Manual técnico, “Aumentemos la producción respetando al Ambiente y la salud humana”, 2013).

### 1.3.3. Lombricompostas

La lombricultura se puede definir como: “la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio”; con la finalidad básica de obtener con ella dos productos de mucha importancia para el hombre: el lombricompost como fertilizante de uso agrícola y la proteína (carne fresca o harina), como suplemento para raciones de animales.



El lombricompost es utilizado para la fertilización de especies vegetales de interés alimenticio. La técnica consiste en utilizar todo residuo orgánico generado en el hogar y sus alrededores el cual se debe compostar la cual la lombriz coqueta roja o lombriz californiana lo transforma mediante su aparato digestivo en una extraordinaria fuente fertilizadora.

*Ilustración 2: Lombricompostas.*

El humus de lombriz, también conocido como vermicompost, está considerado como el abono natural de mayor calidad del mundo (Lombrimadrid, n.d.)

El cultivo de lombrices es una alternativa que tiene varias finalidades, entre las que se pueden mencionar la producción de materia orgánica, rica en nutrientes y en microorganismos que

<sup>7</sup> La cal se aplicará al 5to día para evitar la pérdida de nitrógeno en los primeros días.

<sup>8</sup> La cantidad de agua dependerá de la humedad que tengan los materiales.

mejoran la fertilidad del suelo y por lo tanto mejora la productividad de las plantas. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, n.d.)

Las lombrices son una parte muy importante del proceso de fertilidad de la tierra. Muy pocos conocen los favorables efectos de estas, pues no solo se dedican a devorar la materia orgánica que encuentran, sino que cumplen otras muchas funciones: devuelven la materia orgánica de forma completamente descompuesta, ayudan a diluir ciertos minerales transformándolos en suelo orgánico rico en nutrientes asimilables por las plantas. Además, mezclan ciertas sustancias vegetales con otras situadas en las zonas más profundas procedentes del subsuelo favoreciendo el equilibrio entre arcilla y humedad.

El resultado de este proceso es una tierra de estructura grumosa y esponjosa que facilita la aireación y la retención de agua.

Una de las características más importante de las lombrices, y la principal causa de la existencia de tantos nutrientes en el humus, son sus excrementos, pues gracias a ellos el humus tiene mucho más nitrógeno asimilable, fósforo, potasio, magnesio y calcio que la tierra que no ha sido trabajada por las lombrices (Planta Huerta, 2021).

Es fácil de asimilar por las plantas ya que tiene ácidos fúlvicos, lo que estimula el enraizamiento (EcolInventos, 2023).

El humus de lombriz es uno de los mejores abonos orgánicos y se genera mediante la eco tecnología de vermicompostaje con algunas especies de lombrices de tierra. Los excrementos de las lombrices generan la vermicomposta, la cual al humificarse se estabiliza y se nombra humus de lombriz, mismo que tiene un grado de descomposición tan elevado que la materia no sufre grandes transformaciones con el paso del tiempo.

La lombriz que se utiliza comúnmente es la roja californiana (*Eisenia fétida*) una excelente recuperadora orgánica, además no sufre de ningún tipo de enfermedad.

La lombriz roja californiana tiene otras características como:

- a. Puede vivir hasta los 16 años.
- b. Pesa >1 gramo y puede alcanzar un tamaño de 6 a 10 cm.
- c. Tiene 5 corazones, 6 pares de riñones y 182 conductos excretores. Respira por la piel. Se alimenta de todo tipo de desechos orgánicos.
- d. Expulsa el 60% de la materia orgánica después de su digestión.
- e. La tierra que pasa por la lombriz tiene 5 veces más nitrógeno, 7 veces más potasio, el doble de calcio y de magnesio.
- f. Puede vivir en poblaciones de hasta 50,000 individuos por m<sup>2</sup>.

- g. Es un hermafrodita.
- h. Madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida.
- i. Se aparea y deposita cada 7 a 14 días una cápsula (cocoon) conteniendo de 2 a 20 huevos que a su vez eclosionan pasados los 21 días. Así una lombriz adulta es capaz de tener 1,500 crías en un año.

El humus de lombriz es rico en nutrientes; por su contenido de flora microbiana, es fácil de asimilar por las plantas ya que tiene ácidos fúlvicos, estimula el enraizamiento, se utiliza comúnmente como mejorador de suelos o sustituto de fertilizantes, tiene la capacidad de absorber metales pesados como plomo y arsénico, y además su pH cercano a la neutralidad lo hace favorable para cultivo de plantas delicadas (secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural et al., n.d.).

### **Beneficios y Funciones del Humus de lombriz.**

- El humus de lombriz puede corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- Incrementa la disponibilidad del nitrógeno, fósforo y azufre. Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias patógenas.
- Mejora la estructura del suelo, contribuye a una menor densidad aparente al añadirse a suelos pesados y compactos y aumenta la unión de todas las partículas en los suelos arenosos.
- Mejora la permeabilidad y aireación. Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Estimula la inactividad al contener microorganismos benéficos del suelo en altas concentraciones, creando un medio antagónico para algunos patógenos.
- Neutraliza sustancias tóxicas como restos de herbicidas e insecticidas.
- Solubiliza elementos nutritivos, poniéndolos en condiciones de ser aprovechables para las plantas gracias a las enzimas que incorpora y sin las cuales no sería posible ninguna reacción bioquímica.
- Controla el dumping off o mal de los almácigos y su pH cercano a 7 y su actividad microbiana evitan que exista un medio óptimo para el desarrollo de los hongos patógenos.

La incorporación del humus a estos suelos aumenta el nivel de macro y micronutrientes y el de materia orgánica (secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural et al., n.d.).

Su composición incluye sustancias que permiten una mayor captación de agua, recuperando así el poder de absorción y posterior disponibilidad de agua para los vegetales (Lombrigreen, 2018).

Es importante en la regulación del nivel de acidez o alcalinidad (pH). Debido a su capacidad reguladora permite el mantenimiento del pH alrededor de 7 (neutro), condición esencial para que la mayoría de los nutrientes del suelo se encuentren fácilmente disponibles para los vegetales.

Con el uso del humus se obtiene una producción frutícola, hortícola y florícola de alta calidad, contribuyendo al logro de productos denominados «orgánicos».

Debido a sus cualidades estimula un vigoroso crecimiento y desarrollo de las plantas, al tornarlas más resistentes a plagas y enfermedades. Asimismo, la cría de lombriz para alimento balanceado se ha incrementado, ya que su harina resulta eficaz en el engorde del ganado, cerdos y pollos (Lombrigreen, 2018).

- **Elaboración humus de lombriz**

Para el proceso de elaboración del humus de lombriz, se deben tener diferentes áreas de trabajo que ayudarán a llevar a cabo el adecuado proceso continuo de producción para obtener humus de excelente calidad.



*Ilustración 3: Elaboración Humus de Lombriz.*

## Áreas que involucran una producción de humus de lombriz

### a. Recepción de materia orgánica: alimento para la lombriz.

Dentro de esta área se recibe toda la materia prima que se pueda utilizar para alimentar a las lombrices, ya sea desechos agrícolas, residuos sólidos, desechos domésticos, estiércoles de vaca, cerdo, conejo y gallina, entre otros.



*Ilustración 4: Materiales para precomposteo.*

### b. Acondicionamiento del alimento o precomposteo: se adecua la temperatura, pH y humedad.

En este espacio se realiza el precomposteo de la materia prima que se recibió en el área de recepción. Los materiales pueden ser de diferentes tipos: estiércoles de animales, restos de cosechas y desechos vegetales de la cocina, entre otros.

El alimento se prepara en pilas que consisten en varias capas alternando paja o rastrojos, estiércol y desechos de cocina. Primero se distribuye una capa de paja u otro residuo vegetal con 5 a 10 centímetros de grosor, sobre ésta se aplica una capa de estiércol de 5 a 20 cm y posteriormente una capa de residuos vegetales de la cocina y así, sucesivamente, hasta que la pila alcance una altura de 80 a 120 centímetros, sobre cada capa de estiércol se riega con suficiente agua para mojar la capa inferior de la paja.



*Ilustración 5: Pilas para lombricompostas.*

La pila se deja reposar por 2-3 días al cabo de los cuales la temperatura sube hasta 40-50 °C, pudiendo llegar hasta 80 °C. Las altas temperaturas degradan rápidamente el alimento, pero para acelerar este proceso es importante airear la pila volteándola y rociándola con agua cada vez que la temperatura sube hasta los 35-40 °C. Se utiliza un termómetro de aguja para ir monitoreando la temperatura.

La aireación no sólo baja la temperatura, sino que acelera la descomposición aeróbica permitiendo que la flora microbiana colonice la pila. Se puede dar de alimento a las lombrices, cuando la temperatura en la pila se estabilice y el pH esté cercano a la neutralidad, la humedad debe mantenerse entre el 70 y 80%. El alimento para la lombriz debe tener una humedad del 85%, una temperatura no mayor a 35 °C y un pH de 6-8.

**c. Producción: superficie donde se instalarán las camas o lechos de lombriz.**

En esta área se establecerán las camas para la producción del humus de lombriz.

Tipos de camas de lombriz:

**d. Contenedor de humus líquido**

(esta área consta de un sistema de drenaje para almacenar el líquido por gravedad).

El humus líquido debe conservarse en un contenedor. Esta área depende de la cantidad de camas con las que se esté trabajando, de preferencia debe tener una pendiente mediante la cual se puedan recolectar los líquidos que se lixivian de las camas.

**e. Almacén: almacenamiento de humus líquido y sólido.**

**f. Ingredientes necesarios**

1 tonelada de desechos orgánicos pre composteados.

Agua sin cloro, la cantidad necesaria para mantener la humedad.

Pie de cría de lombrices: 2,500 lombrices por metro cuadrado, lo que equivale aproximadamente a 2 kilogramos de lombriz por metro cuadrado. Para una tonelada de materia orgánica precompostada, se necesitan 7 kg de lombriz.



*Ilustración 6: Desechos orgánicos pre composteados.*



*Ilustración 7: Pie de cría de lombrices.*

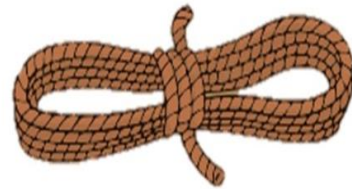
- Materiales y herramientas para la preparación de lombricompost

Cinta métrica



*Ilustración 8:  
Herramienta/Cinta métrica.*

Cuerda



*Ilustración 9: Herramienta/Cuerda.*

Estaca de madera



*Ilustración 10: Materiales/Estaca  
de madera.*

Plástico para colocar sobre el suelo



*Ilustración 11:  
Materiales/Plástico.*

Machete/Navaja



*Ilustración 12:  
Herramienta/Machete.*

Sacos



*Ilustración 13: Materiales/Sacos.*

Pala



*Ilustración 14: Herramienta/  
Pala.*

#### Actividades previas:

Establecer las camas o canteros donde se tendrá la lombriz.



*Ilustración 15: Camas para  
Lombriz.*

#### ▪ Proceso de elaboración de humus de lombriz

**Paso 1.** Trazar en el suelo con ayuda de una cinta métrica y unas estacas, un rectángulo de 1 metro de ancho por el largo requerido que puede ir desde 1 hasta 20 metros. La altura puede ser de 40 cm y el espacio entre las camas puede ser de 50 a 60 centímetros.

**Paso 2.** Una vez listos los espacios para las camas, se agrega una capa de sustrato precompostado de 10 a 15 cm de espesor por toda la cama, el cual debe tener una temperatura ambiente de 70 a 80% de humedad y un pH de 6 a 8.

**Paso 3.** Una vez verificado que el sustrato es de buena calidad se procede a sembrar la lombriz, colocando una densidad de 2,500 ejemplares por m<sup>2</sup> en pequeños montículos.

La distribución de las lombrices se hará en diferentes puntos de toda la cama y se cubrirán con una capa ligera del material, para protegerlas de la intemperie; ellas lentamente bajarán a las capas inferiores.

**Paso 4.** Desde que se extiende la primera capa de sustrato, se debe mantener una humedad al 80% en la cama, con riegos diarios, cada tercer día o semanales, dependiendo de la época del año. En invierno las necesidades de humedad son menores y, en el verano se tiene mayor demanda. Se puede recurrir a la prueba del puño para monitorear la humedad y ver si no hay exceso. Ésta consiste en tomar un puño del sustrato y apretarlo; si entre los dedos escurren alrededor de tres gotas de agua, está bien; cuando salen muchas gotas o hilos de agua, existe un exceso. Nota: Se recomienda en la medida de lo posible instalar un riego por aspersión o por goteo, según los recursos disponibles.

#### **Paso 5. Alimentación de las lombrices**

Las lombrices permanecen en el sustrato que se ha colocado inicialmente por un mes; durante este primer mes se dedican principalmente a reproducirse. Transcurrido este tiempo, se coloca una capa de 5 a 8 cm de espesor de alimento cada dos semanas durante 4 a 12 meses, hasta agotar la tonelada de residuos orgánicos. Las lombrices absorben y digieren este alimento gradualmente, de abajo hacia arriba y van dejando como resultado de este proceso digestivo el humus que es el producto final.



*Ilustración 16: Alimentación de las lombrices.*

#### **Paso 6. Recolección o cosecha de humus**

Antes de cosechar, se deja de proporcionar alimento a las lombrices durante una semana. La cosecha consiste en separar y sacar el abono que produjeron las lombrices. Para ello, hay que llevar a las lombrices a una nueva cama con el fin de que ahí empiecen a transformar el material y obtener humus.

#### **Paso 7. Pos cosecha o confinamiento del humus de lombriz**

Se suspende totalmente el riego a la cama que se le ha retirado la lombriz, se debe aflojar o remover el humus con azadón o talache para llevarla al área de cosecha para su cribado, embolsado o encostalado y almacenamiento. Para que el producto conserve su calidad es conveniente que la lombricomposta se mantenga con una humedad al 30% lo cual beneficia a la flora microbiana.



*Ilustración 17: confinamiento del humus de lombriz.*

#### 1.3.4. Bioles

Con la actual crisis generada por los bajos precios internacionales, aproximadamente cerca de un 50 % de esta área es atendida por los productores, dándoles un manejo mínimo.

Al referirnos a los productores de agricultura convencional, este manejo mínimo comprendía en algunos casos ninguna fertilización y en otros una aplicación anual, por lo general a ciegas (sin estar respaldada por un análisis de suelo con su respectiva recomendación técnica).

En el sector de la agricultura orgánica se ha apreciado un bajo promedio de producción por manzana provocado por algunas condiciones tales como:

- Los altos costos de las materias primas lo que ha contribuido para la obtención de abonos orgánicos de baja calidad.
- La carencia de una asesoría técnica apropiada específicamente en los aspectos de nutrición del cultivo y sostenimiento de la fertilidad de los suelos.
- La poca existencia de materia prima en las zonas productivas como es el caso de la gallinaza como principal fuente de nitrógeno.
- Falta de una estrategia de manejo integrado del cultivo.

##### ▪ ¿Qué es un biol y que contiene?

Como parte de las alternativas al mercado de la agricultura en la actualidad, nace el concepto de agricultura sostenible, la cual incluye algunas prácticas sostenibles y promociona el uso de subproductos agrícolas como los bioles (Rigoberto et al, 2004).

El uso de los bioles a nivel nacional no es usado de manera general, ya que, como un subproducto en el proceso de postcosecha de cultivos, en muchos casos se desconocen los usos y beneficios, se puede resumir que un biol es un fertilizante orgánico líquido derivado de la degradación de materia orgánica por bacterias anaerobias en un biodigestor.

El uso de bioles constituye una alternativa viable para el agricultor, para ello, las tecnologías de aplicación de un biol deben considerar los materiales de origen de este abono, la dosis, el método y frecuencia de aplicación basados en los resultados de la investigación de cada cultivo (González et al., 2013; Al-Ajlouni et al., 2017).

El Biol o biofermento es un fertilizante orgánico líquido saneado que proviene de la fracción acuosa del fango derivado de la degradación de un residuo orgánico sólido o líquido por bacterias anaerobias (sin oxígeno) en un biodigestor.



Ilustración 18:Elaboración Biol.

Un biol contiene nutrimentos esenciales para las plantas, reguladores de crecimiento, ácidos húmicos y fúlvicos, además posee una carga importante de microorganismos benéficos; de ahí que el biol tiene como función principal la nutrición de cultivos, ser promotor y fortalecedor del crecimiento vegetal, raíces, tallos, hojas, frutos, número de flores y poder germinativo de semillas, incluso actúa como protector de algunas plagas y enfermedades, de ahí su potencial para incrementar la producción y calidad de cosecha de cultivos (Borges et al., 2014; López et al., 2016).

El uso de bioles constituye una medida complementaria a la fertilización base al suelo, incluso se ha logrado suplir a ésta a través de los métodos de aplicación en drench y foliar, los cuales han mostrado sinergia para aumentar la disponibilidad de nutrimentos para el cultivo, debido a que el primero aumenta la capacidad de disponibilidad de nutrimentos al incorporarse a la solución del suelo y el segundo por la forma de penetración vía estomática y cuticular en la planta, de esa manera, se corrigen las deficiencias nutrimentales de la planta que no se logran abastecer por el suelo debido a alguna situación como: lixiviación, insolubilización, inmovilización, fijación, etc. (Bertsch et al., 2009; García et al., 2013).

El biol ha permitido un aumento de la productividad agrícola, disminución de costos, incremento de beneficio-coste y mejoramiento de la calidad nutritiva del cultivo (Bímová y Pokluda, 2009).

- **Beneficios de los Bioles**

El Biol nos puede ayudar a mejorar la producción de las plantas y su desarrollo, brindándonos los siguientes beneficios:

1. Estimular la floración y el fruto.
2. Aumentar el follaje.
3. Favorecer un mejor enraizamiento de la planta
4. Acelerar y uniformizar la germinación de semillas.
5. Aumentar y acelerar el crecimiento de brotes.
6. Rechazar plagas por su fuerte olor repelente.
7. Incrementa la eficacia de la materia orgánica con los fertilizantes.

- **Materiales para la preparación de los bioles**

Todos los materiales que se utilizan para la preparación del biol tiene que ser productos locales que se puede encontrar en la misma comunidad, los que se mencionan es una opción, pero se pueden reemplazar con otros.

#### ▪ 1.4.6. Componentes principales de un biol

Sus principales componentes incluyen:

##### **a. Bacterias Fotosintéticas.**

Estas bacterias sintetizan para su uso sustancias producidas por las raíces y la materia orgánica, aprovechando para ello la luz solar y el calor de la tierra como fuente de energía. Las sustancias usadas están compuestas de aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, las cuales promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas.

##### **b. Bacterias ácido lácticos**

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos producidos por las bacterias fotosintéticas y las levaduras. Como fuente de ácido láctico pueden ser empleadas alimentos o bebidas a base de yogurt y encurtidos que emplean ácido láctico.

El ácido láctico (AL) es un fuerte esterilizante y supresor de organismos nocivos del suelo, incrementa la rápida descomposición de la materia orgánica. El “AL” posee la habilidad de suprimir la propagación de *Fusarium* sp y su continuo uso favorece a la desaparición gradual de nematodos.

##### **c. Levaduras**

Las levaduras sintetizan sustancias anti microbiales y otras que emplean las plantas para su crecimiento a partir de amino ácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas.

Las levaduras poseen la capacidad de producir sustancias bioactivas tales como hormonas y enzimas que promueven la división celular. Estas secreciones son empleadas como sustratos por otros microorganismos tales como las bacterias ácidas lácticos y los actinomicetos.

##### **d. Actinomicetos**

Estos poseen una estructura la cual es intermedia entre una bacteria y hongos. Poseen la habilidad de producir sustancias antimicrobiales a partir de los aminoácidos secretados por las bacterias fotosintética y la materia orgánica.

Dichas sustancias antimicrobiales poseen propiedades supresoras de hongos y bacterias fitoparásitos. Los actinomicetos poseen la capacidad para coexistir con bacterias fotosintéticas, es así que ambas especies aseguran la calidad del medio ambiente del suelo, incrementando con ello la actividad antimicrobial del suelo.

##### **e. Hongos fermentados.**

Entre ellos podemos mencionar los géneros *Aspergillus* y *Penicilium* ambos descomponedores de materia orgánica y productores de alcoholes, éteres y sus antimicrobiales.

Cada uno de los distintos géneros de microorganismos que componen este inoculante microbial cumple una importante función.

### 1.3.5. Té de estiércol

El té de estiércol es un fertilizante líquido rico en nutrientes, obtenido al remojar estiércol animal en agua para extraer sus minerales y microorganismos beneficiosos. Es una alternativa natural y efectiva para mejorar la fertilidad del suelo y fortalecer el crecimiento de las plantas.

#### ▪ Procesamiento y elaboración del té de estiércol:

##### 1. Materiales para la elaboración de té de estiércol:

- 1 Tonel (dron) con capacidad para 200 litros
- 1 saco de polipropileno o de lienzo.
- 25 libras de estiércol de ganado fresco.
- 25 libras de gallinaza.
- 5 lbs de sulpomag o KCL (muriato de potasa)
- 10 lbs de hojas de leguminosa o de madreño.
- 1 galón de melaza o 4 tapas de dulce.
- 1 litro de suero de leche.
- 1 cuerda de 2 metros de largo
- 1 pedazo de plástico para tapar el dron.
- 1 piedra de 10 libras de peso



*Ilustración 19: Elaboración Té de Estiércol.*

## 2. Elaboración del té de estiércol

- Ponga el estiércol y la gallinaza en el saco.
- Agregue el sulphomag o al muriato
- Agregue la hoja de leguminosa o de madreano.
- Ponga adentro la piedra de 5 kg.
- Amarre el saco e introdúzcalo en el dron, dejando un pedazo fuera de ella como si fuera una gran bolsa de té.
- Agregue agua fresca y limpia en la caneca, hasta llenarla.
- Agréguele la melaza y el suero de leche.
- Cada 2 días, renuévalo con un palo y tápalo con un plástico o lienzo, pero deje que pase el oxígeno y déjelo fermentar por dos semanas.



*Ilustración 20: Ingredientes Biol.*

## 3. Finalización de proceso de elaboración

- Exprima el saco y sáquelo del dron.
- El líquido que queda es el abono.
- Aplicar conforme se detalla en el cuadro de dosis a emplear



*Ilustración 21: Proceso elaboración Biol.*

- **Dosis a emplear**

*Tabla 7: Dosis a emplear Té de estiércol.*

Cultivo	DOSIS LTS / 20 LITROS DE AGUA	Frecuencia
Café en vivero	1	Semanalmente
Café en planta	4	Cada 15 días durante 5 meses
Café adulto	5	Cada 15 días durante 5 meses
Hortalizas (lechuga, repollo, remolacha, coliflor)	0.25 0.5 1	Al trasplante A los 15 d.d.t Semanalmente, suspender 3 semanas antes de la cosecha
Tomate y Chile	0.5 1 1.5	Al trasplante A los 15 d.d.t

		A partir de los 15 d.d.t aplicar semanalmente
Sandia	0.5 1 1.5	Al trasplante o la siembra A los 15 d.d.t Semanalmente
Granos básicos	0.5 1	A los 7 días de germinado. A los 20 días de germinado.

### 1.3.6. Microorganismos de Montaña.

El proceso de la Agricultura orgánica inicia con prácticas encaminadas a recuperar la fertilidad y vida del suelo, utilizando al máximo recursos de bajo costo, disponibles en la finca o la comunidad. Por lo que se emplea la producción de microorganismos benéficos, los cuales han sido últimamente uno de los procesos con mayor importancia ya que con su implementación son una opción más viable que un agricultor puede desarrollar (Centro De Investigación En Ingeniería Ambiental, 2013).

Los microorganismos de montaña son: hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos benéficos. Los cuales viven y se encuentran en el suelo de montañas, bosques, parras de bambú, lugares sombreados y sitios donde en los últimos 3 años no se han utilizado agroquímicos. Estos microorganismos habitan y se desarrollan en un ambiente natural (CENTA, 2018).

#### ▪ **Recolección de microorganismos de montaña.**

Para asegurar la efectividad de los microorganismos en el suelo es recomendable que se tomen de la zona cercana al sitio donde se van a utilizar; ya que están adaptados al tipo de materia orgánica, temperatura, humedad y otras condiciones del clima. Para recolectar los microorganismos de montaña de los lugares seleccionados, se aparta la capa de hojas de la superficie, luego debajo de esta se toma la hojarasca en descomposición, que contiene los microorganismos, y luego la colocamos dentro de bolsas o sacos. (Centro De Investigación En Ingeniería Ambiental, 2013)

Los MM contienen un promedio de 80 especies de microorganismos de unos 10 géneros, que pertenecen básicamente a cuatro grupos:

- **Bacterias fotosintéticas:** que utilizan la energía solar en forma de luz y calor, y sustancias producidas por las raíces, para sintetizar vitaminas y nutrientes. Cuando se establecen

en el suelo, producen también un aumento en las poblaciones de otros microorganismos eficaces, como los fijadores de nitrógeno, los actinomicetos y las micorrizas.

- Actinomicetos: hongos benéficos que controlan hongos y bacterias patógenas (causantes de enfermedades), y que dan a las plantas mayor resistencia frente a estos a través del contacto con patógenos debilitados.
- Bacterias productoras de ácido láctico: el ácido láctico posee la propiedad de controlar la población de algunos microorganismos, como el hongo Fusarium. Además, mediante la fermentación de materia orgánica, elaboran nutrientes para las plantas.
- Levaduras: bacterias que utilizan sustancias que producen las raíces de las plantas y otros materiales orgánicos, para sintetizar vitaminas y activar otros microorganismos del suelo. (Centro De Investigación En Ingeniería Ambiental, 2013)
- Reproducción de los microorganismos de montaña

A continuación, se presentan los materiales, instrumentos e ingredientes para recolectar los microorganismos de montaña, así como los ingredientes necesarios para preparar tantos microorganismos de montaña sin oxígeno sólido y microorganismos de montaña líquidos (secretaría de agricultura y desarrollo rural, 2022).

**Tabla 8: Materiales para elaborar MM.**

N.	Materiales y herramientas	cantidad
1	Barril	200ml
2	Microorganismos de montaña	2 sacos
3	Sustratos solidos como ser: semolina de arroz o de trigo, harinas u otros derivados de origen animal.	1 saco
4	Melaza o agua con azucar	1 Galon o 5kg de azucar
5	Agua no clorada	Lo requerido de acuerdo a la humedad.
6	Pala	2
7	Mazo de madera	1
8	Regadera	1

- Procedimiento para la elaboración de Microorganismos de montaña en estado sólido.

#### 1. Limpieza y desmenuzado del material

Eliminar piedras y palos gruesos, desmenuzar todo el material manualmente o utilizando un mazo.

## **2. Mezcla de insumos**

Agregar 2 quintales de afrecho a los microorganismos de montaña, mezclando con una pala. Repetir 2 a 3 veces el volteo hasta conseguir una mezcla uniforme.

Diluir azúcar con agua. Agregar agua azucarada a la mezcla. (Colocar el agua azucarada en una regadera o perforar un recipiente de lata, que permita humedecer la mezcla uniformemente).

La humedad se determina realizando la “prueba del puño”, que consiste en tomar un puñado de material, al oprimirlo con la mano debe formar una bolita sin escurrir agua, al tocarla con el dedo debe desmoronarse con facilidad.

## **3. Preparación del barril:**

Colocar la mezcla dentro del barril. hacer capas de 15 centímetros, y con un mazo de madera, apelmazar dentro del barril hasta compactar bien cada capa. Al terminar de llenar el barril debe dejarse un espacio vacío de unos 10 centímetros entre la tapadera y el material compactado.

## **4. Sellado del barril**

Cerrar y sellar con aro metálico, hule o plástico el barril.

## **5. Fermentación**

Dejar en reposo por 15 a 20 días, en un lugar fresco y sombreado para favorecer su reproducción y luego utilizarlos.

Al destapar el barril se siente un olor agradable a fermentado y la coloración de MMS debe ser café claro. (Huanca & Lopez, 2022)

### **▪ Microorganismo de montaña líquido**

Microorganismos de montaña en estado líquido. La reproducción de microorganismos de montaña en medio líquido, se realiza para incrementar la cantidad de microorganismos benéficos reproducidos en medio sólido. (CENTA, 2018)

## **1. Materiales e insumos utilizados en la activación de MM líquidos.**

**Tabla 9: Materiales en activación MM líquidos.**

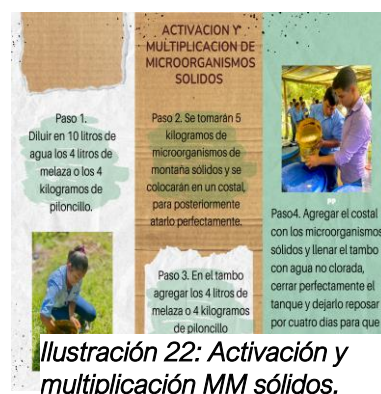
N.	Materiales e insumos	cantidad
1	Microorganismo de montaña	5 kilos
2	Melaza	1 galón
3	Agua	Cantidad utilizada de acuerdo al tamaño barril
4	Barril	200 litros

A continuación, se muestra el proceso para la activación de los MM líquidos, describiendo cada uno de los pasos a seguir. (Tencio, 2015)

Forma de aplicación, tiempo de activación y dosis de los MM. según la (CLAC, 2021)

**Tabla 10: Forma de aplicación y dosis MM.**

FORMA DE APLICACION	TIEMPO DE ACTIVACION	QUE HACE	Dosis
FOLIAR	4 A 10 DIAS después de elaborarlo	Estimula el crecimiento y fructificación. Controla hongos y Bacterias.	Frutales y Café ; 4 litro de MM liquido por bomba de 20 lts. Hortalizas:1-2 litros por bomba de 20 lts. Aplicar semanalmente para hortalizas y para café y frutales mensualmente.
AL SUELO ANTES DE LA SIEMBRA APLICAR 4 VECES AL SUELO.	15 días	Controla Hongos y Bacterias	AL 50%
BOCASHI	15 a 20 días	PREDOMINA LAS LEVADURAS QUE SIRVE PARA FIJAR EL FOSFORO EN EL SUELO Y EL CONTROL DE NEMATODOS.	Ideal para aplicar a los bocashis para aumentar la captación de Fosforo y otros nutrientes como el Nitrógeno, Hierro y cobre y la protección de nematodos del suelo.



**Ilustración 22: Activación y multiplicación MM sólidos.**

#### 1.4. Concepto de las 4R para un manejo responsable de los nutrientes

El manejo sostenible de nutrientes, y de los fertilizantes, en los sistemas agrícolas para el incremento de la producción atendiendo las temáticas productiva, económica, social y ambiental, se basa en aplicar la fuente correcta, en la dosis, el momento y el lugar correctos, constituyendo el concepto de los 4R, los 4 Requisitos para las mejores prácticas de manejo (MPM) de nutrientes y fertilizantes.

La implementación de los 4Rs es intensiva en cuanto a conocimiento y específica para cada sitio, y debe insertarse en un contexto de manejo productivo, rentable, sustentable y cuidadoso del ambiente, para responder a los criterios de sustentabilidad económica, ecológica y social demandados por la sociedad (Garcia & Correndo, 2011).

Con la aplicación de las 4R, se busca responder las preguntas básicas para mejorar la nutrición de los cultivos. Además, nos motiva a realizar una mejor interpretación de la información que disponemos o requerimos para mejorar la aplicación de fertilizantes inorgánicos y abonos orgánicos (ASA et al., 2019).

Estas preguntas básicas son:

- ¿Cuáles son las fuentes correctas a utilizar para conseguir una buena nutrición del cultivo?
- ¿Qué dosis aplicar de cada nutriente?
- ¿En qué momento aplicar cada nutriente?
- ¿Dónde o qué lugar aplicar el fertilizante?

#### 1.4.1. Fuente correcta, en la dosis, momento y lugar correcto.

Es necesario un análisis químico de estos materiales para saber su composición y con ello obtener el mayor beneficio posible. Es necesario conocer el origen de los materiales, ya que el compostaje o la digestión animal producen nutrientes. Sulfato de potasio. Cuando este material proviene de fuentes naturales se permite su uso en la agricultura orgánica (INTAGRI, 2017).

La aplicación de la fuente correcta de nutrientes en la dosis, el momento el lugar correcto, los cuatro requisitos (4R), es el concepto básico del Manejo Responsable de Nutrientes. Los 4R son necesarios para el manejo sostenible de la nutrición de las plantas considerando la conexión de las dimensiones económica, social y ambiental. Estas tres dimensiones deben ser incluidas en la evaluación de cualquier práctica de manejo de nutrientes para determinar si es o no correcta (Garcia & Correndo, 2011).



**Ilustración 23: Esquema conceptual del Manejo de Nutrientes 4Rs.**

Esquema conceptual del Manejo de Nutrientes 4Rs considerando las dimensiones ambiental, económica y social (Garcia & Correndo, 2011).

▪ Fuente

Se refiere al tipo de fertilizante que se utilizará para nutrir la planta. El análisis de suelo nos ayuda a definir la fuente correcta, al proporcionar información de las propiedades físicas del suelo como la textura y nutricionales, adaptando las fuentes a las propiedades del suelo. Esta última nos define la oferta de nutrientes del suelo, su disponibilidad, limitantes e interacciones entre los elementos (sinergismos y antagonismos). (ASA, 2024)

Tabla 11: Fuentes de nutrientes de origen orgánico.

	NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
FUENTES DE NUTRIENTES DE ORIGEN ORGANICO	Productos vegetales. Este grupo contempla varios productos como la harina de alfalfa (4 % N), harina de semillas de algodón (6 % N), gluten de maíz (9 % N) y harina de soya (7 % N), son ejemplos de productos vegetales que algunas veces son empleados como fuentes de nitrógeno en la agricultura orgánica.	Roca fosfórica. La aplicación directa de roca fosfórica como fuente de fósforo se ha realizado por más de 100 años. La roca fosfórica libera lentamente el fósforo, pues, aunque su concentración de este elemento llega a más del 15 %, su concentración de fósforo soluble suele ser muy bajo (< 1 % P).	Abonos y composta: Son materiales extremadamente variables en su composición, por lo que también contienen concentraciones variables de potasio. El potasio en estas fuentes está ampliamente disponible para las plantas de forma similar a las fuentes inorgánicas.
	Guano. El guano (8 a 12 % N) es obtenido de depósitos de excretas y restos de aves marinas en costas extremadamente áridas. El guano fue una fuente importante de nitrógeno hasta antes de que se desarrollaran los procesos industriales para la fabricación de fertilizantes. En la actualidad muchos depósitos se han agotado.	Abonos y composta: son buenas fuentes de fósforo, con una alta disponibilidad para las plantas. A pesar de que los abonos y compostas son fuentes orgánicas de nutrientes la mayoría del fósforo es inorgánico (del 75 al 90 % del P presente), por ello es fácilmente disponible para los cultivos. Estudios han demostrado que los cultivos absorben cantidades similares o mayores de fósforo al aplicar abonos y compostas, comparado con fertilizantes comerciales convencionales.	La ceniza de árboles de madera fue una de las fuentes más tempranas de potasio en términos de nutrientes la ceniza de madera contiene 1 % de fósforo y 4 % de potasio. Es necesario que antes de emplear esta fuente se consulte a la certificadora.

65

▪ Dosis

Definir la dosis correcta requiere del análisis del balance entre la oferta nutriente del suelo y las demandas del cultivo. Las dosis también dependen del rendimiento esperado, de la capacidad de inversión del productor y el uso de métodos para poder aplicar las dosis adecuadas, que tome en cuenta la eficiencia en su aplicación. El análisis foliar nos ayuda a monitorear los niveles de concentración de los nutrientes en la planta, sus carencias y toxicidades. (ASA, 2024)

- Eficiencia de aplicación: aún en todas las condiciones hay posibilidad de una pequeña o gran pérdida de fertilizantes, por lo que se puede añadir un extra que, aún con el porcentaje de pérdida, dejará la cantidad correcta de nutrientes disponibles.
- El análisis de suelo antes de establecer el cultivo es fundamental para conocer la fertilidad del suelo y con base a los datos tomar decisiones en el programa de nutrición.
- Evaluación de la demanda nutricional: el rendimiento está relacionado con la cantidad de fertilizantes añadidos al cultivo, pero no siempre es así puesto que las cantidades por encima de las demandas pueden causar toxicidades y reducción del rendimiento, por lo que los nutrientes aplicados deben cubrir la demanda nutrimental del cultivo. (INTAGRI, 2017)

#### ▪ **Momento**

Los principios que guían el momento correcto son la etapa fenológica en que el cultivo demanda los nutrientes. Cada nutriente es demandado en mayor o menor cantidad durante ciertas etapas fenológicas. Es de considerar las condiciones climáticas que faciliten la absorción por las plantas y los momentos de riesgo de pérdidas. (ASA, 2024)

- Etapa fenológica de toma de nutrientes: es importante conocer cuando absorben las plantas los nutrientes, es decir, cuál es la demanda por etapa de crecimiento, ya que cada nutriente es requerido en mayor o menor cantidad durante ciertas etapas del cultivo.
- Dinámicas de nutrientes del suelo: el aporte de nutrientes por el suelo varía según la fertilidad del mismo, así como el contenido de materia orgánica.
- Logística de la aplicación de nutrientes: el momento de la aplicación de nutrientes está en función del tamaño de la parcela, la disponibilidad de mano de obra o maquinaria agrícola, las condiciones climáticas, así como la dinámica de los nutrientes. (INTAGRI, 2017)

#### ▪ **Lugar**

Considera el crecimiento radicular del cultivo, el tamaño y la dirección del crecimiento y distribución de las raíces para colocar el fertilizante en la zona de mayor aprovechamiento, como también evitar las pérdidas con su incorporación al suelo. (ASA, 2024)

- Crecimiento radicular: al conocer el cultivo, se deben tomar en cuenta el tamaño y dirección de crecimiento de las raíces, pues es de la manera en que la planta puede tomar los nutrientes que añadimos, ya sea una planta con raíces muy profundas o superficiales.
- Variabilidad del suelo: cada tipo de suelo tiene características específicas a tomar en cuenta a la hora de una fertilización, pues hay diferentes capacidades de retención de nutrientes. (INTAGRI, 2017)

El uso de fuentes orgánicas en los últimos años ha tenido un fuerte crecimiento, a pesar de emplearse desde el origen de la actividad agrícola misma. El uso de estas fuentes orgánicas por años se asoció con pequeños productores, quienes con estos insumos mantenían la fertilidad y productividad de sus predios. Por otra parte, el uso de fuentes orgánicas no sólo ayuda en la nutrición de los cultivos, sino también en el mejoramiento de los suelos desde el punto de vista físico y biológico, ayudando a restituir generalmente la fertilidad de los suelos.

## ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PERTINENTES SUGERIDAS:

1. Elabora abonos orgánicos sólidos, líquidos y verde.
2. Produce lombricomposta.
3. Establece y maneja de cultivos de cobertura.
4. Realiza día de campo, recolectando microorganismos de montaña.
5. Elabora plan de fertilización en base a las 4R. (Ver anexo 1)

## HERRAMIENTAS O PLATAFORMAS DIGITALES SUGERIDAS:

Herramientas digitales o plataformas	Descripción de uso
ASA Virtual/ ASApedia	Es una enciclopedia agrícola digital con reseñas que abordan temas especializados sobre la agricultura de conservación.
Classroom	Plataforma digital para el monitoreo de las actividades y asignaciones de los educandos.
Agrio	Aplicación que ayuda al monitoreo de las aplicaciones de fertilizantes, recomendaciones de tratamientos orgánicos o convencionales.
Mi huerta: Gestión de cultivos	Planificación y gestión de cultivos, control de crecimiento, fertilizantes e insecticidas orgánicos, calendario de cosechas.
ITC Virtual	Descarga de documentos o manuales, para obtener información acorde a la unidad.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

Identificar el uso e importancia de las distintas opciones de abonos orgánicos o compostajes con materiales disponibles en nuestro contexto, como medida resiliente al cambio climático.

Elabora compostaje haciendo uso de insumos y materiales existentes en la comunidad como una medida resiliente al cambio climático.

Prepara bocashi haciendo uso de insumos y materiales existentes en la comunidad para mejorar la nutrición de los suelos.

Maneja procesos de lombricompostas, de acuerdo a los protocolos establecidos.

Elabora bioles haciendo uso de insumos y materiales existentes en la comunidad.

Reproduce organismos de montaña haciendo uso de insumos y materiales existentes en la comunidad

Evalúan las fuentes orgánicas (Compost, Bocashi, Lombricompost, Bioles, M&M) considerando el contenido de Nutrientes para relacionarlo con el Beneficio/Costo y la Efectividad.

### METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:

Metodos y tecnicas de evaluacion	Forma de aplicación
Dia de campo	Comienza con una breve charla en clase o en el punto de partida, donde el profesor explica qué son los microorganismos de montaña, su importancia en la agricultura (enriquecimiento del suelo, control biológico de plagas, etc.) y cómo se pueden utilizar en el desarrollo de abonos orgánicos o bioles.
Trabajo práctico	Los estudiantes elaborarán un biol, MM, utilizando los microorganismos recolectados en el campo, aprendiendo el proceso de fermentación y los principios de la nutrición vegetal orgánica.
Exposiciones	Cada grupo presenta su tema utilizando recursos visuales (diapositivas, carteles o videos). Durante la exposición, los estudiantes deben demostrar sus conocimientos sobre los microorganismos que recolectaron, el proceso de fermentación para la elaboración de bioles, y las propiedades y beneficios del biol como fertilizante y promotor de crecimiento.
Trabajo grupal	Desarrollar un plan de fertilización sostenible utilizando bioles y microorganismos de montaña, adecuado para un tipo específico de cultivo.
Gira educativa	Visitar un centro de investigación o una finca especializada en el uso de microorganismos nativos y la producción de bioles, para observar la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.

## EVALUACIÓN.

**Día de campo:** Observación directa, durante la actividad en el campo, el docente observa a los estudiantes mientras realizan la recolección de materiales orgánicos, informe de campo, los estudiantes deben entregar un informe detallado al final del día de campo, en el que describan los materiales recolectados, el proceso seguido para la recolección y las consideraciones ambientales que tuvieron en cuenta (como la selección de materiales sin químicos o contaminantes). Se evalúa la claridad, la precisión y la profundidad del análisis realizado., reflexión grupal.

**Trabajo práctico:** Evaluación del producto final, al final del trabajo práctico, el abono orgánico producido debe cumplir con ciertos estándares de calidad. Se evalúa si el abono tiene las características deseadas (olor, textura, aspecto, grado de descomposición).

**Exposiciones:** Se evalúa la claridad, la calidad de la información presentada, la capacidad para explicar conceptos científicos y la habilidad para responder preguntas, criterios de presentación, dominio del tema.

**Trabajo grupal:** Se evalúa la distribución equitativa del trabajo dentro del grupo, la cooperación y la capacidad para integrar diferentes puntos de vista y conocimientos. El profesor puede pedir a los miembros del grupo que reflejen en un breve informe cómo se dividieron las tareas y cuál fue la contribución de cada uno.

**Gira educativa:** Durante la gira, el profesor puede proporcionar un cuestionario con preguntas relacionadas con el proceso de elaboración de abonos orgánicos observado en la finca. Los estudiantes deben completar el cuestionario, mostrando su comprensión sobre las técnicas utilizadas, los materiales empleados y las prácticas recomendadas.

El cambio climático es uno de los desafíos más urgentes que enfrenta el planeta. Sus efectos incluyen el aumento de temperaturas, fenómenos climáticos extremos y el derretimiento de los glaciares, lo que impacta negativamente la biodiversidad, la economía y la calidad de vida humana.

## 2.1. Cambio climático

El cambio climático se puede definir como la degradación del medioambiente y como este se manifiesta ya sea con un aumento en el uso y escasez del petróleo, escasez de agua, contaminación de los océanos, la extinción de animales y plantas. A esto se suma además la deforestación, el calentamiento global y el cambio climático el cual ha sido un fenómeno existente y cíclico. Siendo estos indicadores resultados de una problemática que está afectando a toda la humanidad. A los pobres y ricos, a los países desarrollados y a los que están en vía de desarrollo (Díaz G. 2012).

La degradación del medioambiente es una tendencia que tiene sus implicaciones en la sociedad, en los individuos y en la educación. El cambio climático es un problema global que ha sido tratado por los expertos de todo el mundo. Estos han concluido que el clima cambia, debido a causas naturales y a causas de origen antropogénico. El cambio climático se está produciendo a un ritmo acelerado y sus consecuencias están siendo especialmente graves en Centroamérica, una de las regiones más vulnerable del mundo. La agricultura es muy sensible a los cambios de temperatura y precipitaciones asociados al cambio climático, y los pequeños productores en Centroamérica ya están sintiendo los impactos, de primera mano (Díaz G. 2012).

Por otro lado, según Eitzinger A, et al (2012), mencionan que las proyecciones del cambio climático para Centroamérica han sido generales, y que abarcan amplias zonas geográficas. Dada la heterogeneidad del clima, los paisajes y los sistemas agrícolas de la región, es difícil utilizar las tendencias generales para la toma de decisiones a nivel de finca o paisaje. Como resultado, los pequeños productores y otros tomadores de decisiones han sido lentos para adaptarse adecuadamente a las amenazas del cambio climático. Ellos saben que el cambio climático está ocurriendo, pero no tienen suficiente información detallada para actuar consecuentemente, por lo tanto, tienen que buscar opciones más resilientes y alternativas viables.

## 2.2. Resiliencia

Resiliencia se define como la propensidad de un sistema de retener su estructura organizacional y su productividad tras una perturbación. La resiliencia tiene dos dimensiones: resistencia a los shocks (eventos extremos) y la capacidad de recuperación del sistema (Lin 2011). Un agro ecosistema es “resiliente” si es capaz de seguir produciendo alimentos, a pesar del gran desafío de una severa sequía o una tormenta.

En los agro ecosistemas la agro biodiversidad provee un enlace entre stress y resiliencia, porque una diversidad de organismos es clave para que los ecosistemas funcionen y provean servicios. Si un grupo funcional de especies, o un nivel trófico es removido puede causar que un ecosistema cambie a un estado “menos deseado” afectando su capacidad de funcionar y prestar servicios. Las principales conexiones entre la diversidad en agro ecosistemas y la resiliencia se pueden resumir de la siguiente manera (Vandermeer et al. 1998):

5. La biodiversidad incrementa la función del ecosistema pues diferentes especies juegan roles diferentes y ocupan dichos diversos.
6. En general hay más especies que funciones por lo que existe redundancia en los ecosistemas.
7. Son precisamente aquellos componentes que aparecen redundantes en un tiempo determinado, los que se tornan importantes cuando ocurre un cambio ambiental.

## 2.3. Mitigación

La mitigación del cambio climático es un conjunto de acciones que buscan reducir o prevenir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estos gases atrapan el calor del sol en la atmósfera, lo que provoca el calentamiento global y el cambio climático.

Para mitigar el cambio climático, se pueden tomar medidas como:

8. Transitar a fuentes de energía renovables, como la solar, la eólica y la geotérmica
9. Mejorar la eficiencia energética en edificios, industrias, espacios públicos y privados, generación y transmisión de energía y transporte
10. Adoptar prácticas agrícolas regenerativas
11. Proteger y restaurar bosques y ecosistemas críticos
12. Reducir la cantidad de metano superfluo producido
13. Incluir nuevas tecnologías, como carros eléctricos
14. Realizar cambios comportamentales

La mitigación del cambio climático puede realizarse a nivel nacional, regional o local, y puede ser realizada por el sector público o privado. La cooperación internacional es crucial para orientar y alcanzar los objetivos de mitigación mundiales y nacionales.

## **2.4. Impactos del cambio climático en las actividades agrícolas del país.**

El cambio climático está intensificando los retos actuales del cultivo de maíz/ frijol en Centroamérica.

La mayoría de las pequeñas explotaciones están situadas en terrenos en laderas, y utilizan los métodos tradicionales de tala y quema. Por ejemplo, en Honduras, el 80% de las tierras se encuentran en pendientes. Los suelos son poco profundos, frágiles, y la degradación del suelo se está convirtiendo en un obstáculo importante para la producción.

Para los pequeños productores que dependen de la agricultura para sus medios de vida, la degradación de los recursos naturales y la baja producción de maíz/ frijol están íntimamente relacionadas con los determinantes principales de la pobreza, entre ellos: el aislamiento geográfico, la falta de acceso a servicios e infraestructura, al crédito y los mercados de insumos y productos; los bajos niveles de educación y la dependencia de la mano de obra familiar. Es común la migración laboral dentro de los países y la región, o a los Estados Unidos. Dentro de este escenario precario, la seguridad alimentaria de millones de personas se ve a menudo en riesgo porque los pequeños productores son muy vulnerables a la variabilidad climática, incluidas las sequías y las fuertes tormentas.

## **2.5. Sistemas Agroforestales (SAF), sus beneficios ante el impacto del cambio climático.**

Por agroforestería se entiende tradicionalmente todos aquellos sistemas donde hay una combinación de especies arbóreas con especies arbustivas o herbáceas, generalmente cultivadas. Este término es muy amplio pues incluye desde la simple presencia de algunos árboles (ej. frutales) en combinación con cultivos de vegetales o cereales, hasta sistemas complejos con múltiples especies en varios estratos. (Sánchez M. 1999, p. 12).

Entre los sistemas agroforestales se encuentran una serie de sistemas y cada uno con una serie de beneficios agrícolas dependiendo el contexto, entre ellos podemos mencionar los siguientes:

- Agroforestería en bosques naturales
- Agroforestería en plantaciones forestales para madera
- Agroforestería en huertos
- Agroforestería en plantaciones de árboles con fines industriales

- Agroforestería con árboles o arbustos forrajeros en las praderas
- Agroforestería mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte
- Agroforestería especializados para la ganadería intensiva.

El impacto de los distintos SAF dependen también del diseño y la alternativa de manejo, esto va condicionado en base al contexto local o las condiciones en las cuales se estarán trabajando y el nivel de avance adaptable al productor y a la parcela.

Antes de avanzar se deben de considerar ciertos aspectos entre los que se plantean, ciertos principios de abordaje desde la dificultad agroecológica como social y en las cuales se deben de plantear los cambios a corto, mediano y largo plazo. Estos principios del diseño agroecológico que según Altieri (2002) y Martin et al. (2010) son los siguientes:

1. Los procesos ecológicos en los agro ecosistemas exhiben dimensiones espaciales y temporales de tiempo y espacio, las cuales se deben tomar en cuenta para los planes de manejo ambiental.
2. La estructura y la función del agro ecosistema están determinadas por los componentes de biodiversidad y sus interacciones.
3. La estabilidad no está solo relacionada al número de especies presentes, sino más bien con las conexiones funcionales entre estas.
4. En general, mientras más diversos los agro ecosistemas, estos tienden a ser más estables y más resilientes. La biodiversidad se debe mantener o promover para mantener la capacidad de autorregulación de los agro ecosistemas.
5. Los agro ecosistemas diversos exhiben capacidades homeostáticas que “suavizan” los efectos de variables externas cambiantes.
6. Todos los componentes bióticos y abióticos del agro ecosistema están conectados y forman una red. Dado que los procesos físicos y biológicos son interactivos, es importante determinar las interacciones en el agro ecosistema y saber interpretarlas para su optimización.
7. La energía solar es el motor del ecosistema a través del proceso fotosintético de las plantas. Todos los niveles tróficos del agro ecosistema (herbívoros, depredadores y descomponedores) se organizan y dependen del nivel trófico primario y mientras más compleja la vegetación, más complejos son los niveles tróficos asociados.
8. Los ecosistemas tienden hacia la complejidad y la entropía, por lo que los diseños agroecológicos debieran acompañar a la naturaleza en su tendencia hacia la complejidad.
9. Todo agro ecosistema tiene una historia de desarrollo ecológico que influencia su estado actual. Mientras más degradado y artificializado este el sistema, más difícil y largo será el proceso de transición agroecológica.
10. Los agro ecosistemas son parte de un paisaje más amplio. Agro ecosistemas insertos en una matriz ambiental más compleja son más resilientes. Los ecotonos son zonas

tampón y de transición, y son tan importantes para los ecosistemas como lo son las membranas para las células.

En consecuencia, se deberán de mantener la relación entre el contexto agroecológico y los planes a realizar en el manejo de la finca y parcela de producción.

Esto conlleva a que los sistemas productivos que implementen estrategias al cambio climático tengan una capacidad de adaptación conforme se ajustan los modelos.

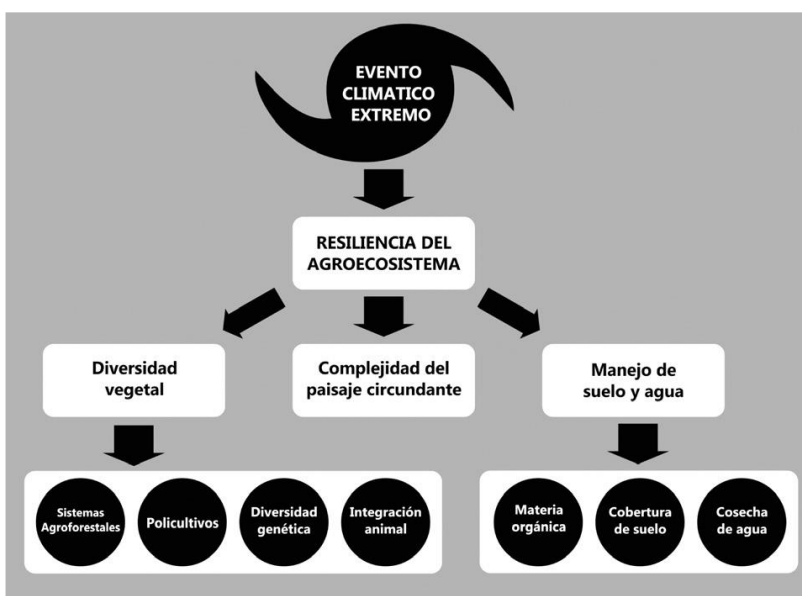
Para poder proteger los sistemas de vida de los agricultores de una zona determinada es necesario identificar los factores que incrementan el riesgo, pero más importante es incrementar la resiliencia de sus sistemas productivos. Dada la interconexión entre el ambiente, los recursos naturales, las amenazas naturales y la seguridad alimentaria, se hace necesario reducir la vulnerabilidad mediante la adopción de estrategias de manejo sustentable de recursos naturales como suelo, agua y bosques, mejorando así la matriz ambiental circundante.

Cuencas saludables y revegetadas son más resilientes, y protegen contra derrumbes, erosión, inundaciones, etc. Simultáneamente, será necesario la implementación de prácticas agroecológicas para estabilizar los agro ecosistemas incluyendo diversificación de cultivos,

conservación y manejo orgánico de suelos, cosecha de aguas lluvia y restauración de tierras degradadas. La idea es lograr diseñar agro ecosistemas rodeados de un paisaje más complejo, con sistemas productivos diversificados y suelos cubiertos y ricos en materia orgánica, pues estos serán más resilientes.

De hecho, muchos estudios revelan que los pequeños agricultores que utilizan practicas agroecológicas han podido afrontar e incluso prepararse para el cambio climático, minimizando las pérdidas de sus

cosechas, a través de una serie de prácticas tales como el uso de variedades tolerantes a sequía, cosecha de agua, diversidad de cultivos, agroforesteria, prácticas de conservación de suelo y una serie de otras técnicas tradicionales (Altieri y Koohafkan 2008).



*Ilustración 24: Factores ecológicos a nivel de paisaje, diversidad vegetación y calidad del suelo que condicionan la resiliencia de un agro ecosistema.*

Los resultados de diversas investigaciones sugieren que muchas prácticas agroecológicas (Figura) producen una mayor resistencia a los eventos climáticos al traducirse en menor vulnerabilidad y mayor sostenibilidad a largo plazo.

Por lo cual, hay que considerar las distintas relaciones entre cada una de los componentes y los impactos benéficos que estos provocan al ecosistema.

**Tabla 12: Ejemplo prácticas agroecológicas.**

Ejemplos de practicas agroecológicas (diversificación y manejo del suelo) conocidas por su efecto en la dinámica del suelo y el agua pero que a su vez mejora la resiliencia del agroecosistema.

	Incremento de la material orgánica del suelo	Ciclaje de Nutrientes	> cobertura de suelo	Reducción ET	Reducción de escorrentía	> retención de humedad	> infiltración	Regulación Microclimática	Reducción de la compactación de suelos	Reducción de la erosión de suelos	> Regulación hidrológica	> uso eficiente del agua	> redes tróficas de micorrizas
<b>Diversificación</b>													
• Cultivos intercalados			x	x	x			x	x	x		x	
• Agroforestería	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
• Sistema silvopastoral Intensivo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
• Rotación de cultivos	x	x	x		x		x		x	x		x	
• Mezcla de variedades locales			x									x	
<b>Manejo del Suelo</b>													
• Cultivos de cobertura	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
• Abonos verdes	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x
• Mulching													
• Aplicaciones de Compost	x					x							x
• Agricultura de labranza cero (orgánica)			x	x	x		x		x	x		x	
<b>Conservación desuelos</b>													
• Curvas a nivel					x		x		x	x	x		
• Barreras vivas			x		x		x			x	x		
• Terrazas					x		x			x	x		
• Pequeñas represas entre las cárcavas					x		x			x	x		

## ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PERTINENTES SUGERIDAS:

Debate: "Impactos del cambio climático en nuestra región".

Simulación: Creación de un plan comunitario para responder a un desastre climático.

-Diseño de proyectos de mitigación (e.g., reforestación, energías renovables).

Comparación de huellas de carbono individuales antes y después de un cambio de hábito (e.g., reducir consumo de energía).

Taller práctico sobre el diseño de sistemas agroforestales en parcelas locales.

Plantación de árboles combinados con cultivos (actividad de aula-campo).

Elaboración de un modelo físico o digital de un sistema agroforestal sostenible.

## HERRAMIENTAS O PLATAFORMAS DIGITALES SUGERIDAS:

Herramientas digitales o plataformas	Descripción de uso
Agua de Honduras	En esta plataforma se combinan métodos científicos, tecnología digital e información pública sobre delimitaciones hidrográficas, clima, suelos, coberturas vegetales y detecciones de pérdida de vegetación, demanda y calidad de agua, inundaciones e hidrología para facilitar la toma de decisiones sobre el manejo del recurso hídrico en microcuencas, subcuencas y cuencas.
Padlet	Facilitar la colaboración en línea para que los estudiantes compartan ideas y recursos sobre temas tratados.
Climate Action Tracker	Analizar datos y estadísticas sobre la contribución de los países a la mitigación del cambio climático.
OpenStreetMap	Mapear comunidades y recursos locales para identificar áreas vulnerables al cambio climático.
Classroom	Plataforma de monitoreo, para la subida de asignaciones.
ArcGIS/QGIS	Realizar análisis geoespaciales sobre áreas de reforestación o cambio en el uso del suelo
Quizizz	Crear cuestionarios y juegos interactivos para reforzar conceptos clave.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

Explica los impactos del cambio climático en la producción agrícola y forestal a través de exposiciones.

Ilustra los impactos del cambio climático en la zona como una manera de fomentar la conciencia de los pobladores.

Explica los beneficios del manejo del bosque como alternativa a los efectos del cambio climático (Captura de carbono, zona de recarga hídrica, producción de agua y diversidad del ecosistema).

Desarrolla prácticas de mitigación y adaptación al cambio climático en el contexto del centro educativo y comunal.

Clasifica residuos sólidos agrícolas de acuerdo a su tipo para preparar su degradación.

Instala sistemas de cosecha y almacenamiento de agua alternativos considerando el contexto local.

## METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:

Métodos y técnicas de evaluación	Forma de aplicación.
Cambio Climático	Estudio de casos, exámenes teóricos, mapas conceptuales.
Resiliencia	Proyectos grupales, autoevaluación y coevaluación.
Mitigación	Evaluación por competencias, investigación de campo, simulaciones prácticas.
Impacto del Cambio Climático	Portafolios digitales, debates en clase, visitas a comunidades afectadas.
Sistemas Agroforestales	Proyectos prácticos, diseño de modelos, evaluación de proyectos grupales e individuales.

## EVALUACIÓN:

**Evaluación Diagnóstica:** Identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre los temas tratados en la unidad. Cuestionario inicial, Lluvia de ideas grupal.

**Evaluación Formativa:** Monitorear el progreso durante el desarrollo de la unidad. Reflexiones escritas, Mapas conceptuales, Discusiones grupales.

**Análisis de caso:** Salida de campo para evaluación ambiental, Informe de observaciones.

**Proyecto Final:** Desarrollo de un proyecto basado en la resiliencia, la mitigación o los sistemas agroforestales. Diseño de una solución práctica. Presentación del proyecto.

**Autoevaluación y Coevaluación:** Reflexión sobre el aprendizaje personal y evaluación entre pares. Cuestionarios de autoevaluación, Rúbricas de coevaluación.

La gestión de riesgos es un proceso mediante el cual una organización o persona identifica, evalúa y toma medidas para minimizar o controlar los riesgos que pueden afectar el logro de sus objetivos. Estos riesgos pueden ser financieros, operativos, legales, de seguridad, ambientales, entre otros.

### 3.1. Ley de Gestión integral de riesgos.

A continuación, se describe la gestión integral de riesgos ante desastres enfocada en prevenir, reducir y mitigar los efectos de eventos adversos naturales y humanos.

La gestión integral de riesgos reconoce que los riesgos no sólo son producto de las manifestaciones de la naturaleza o de las amenazas tecnológicas, sino producto de procesos, decisiones y acciones que derivan de los modelos de crecimiento económico, de los modelos de desarrollo o de transformación de la sociedad y expuesto a factores institucionales, culturales, sociales, políticos, económicos. (Gatti et al., 2017)

La Gestión Integral del Riesgo (de Desastres) (GIRD) es una práctica diferente a la forma en la que tradicionalmente se enfrenta el problema de los desastres y su impacto en la sociedad. El primer cambio radica en que el objeto de estudio se enfoca en el conocimiento de los riesgos y las causas de fondo que los generan. (Guevara, 2011)



*Ilustración 25: Gestión Integral del Riesgo.*

### 3.1.2. Marco legal.

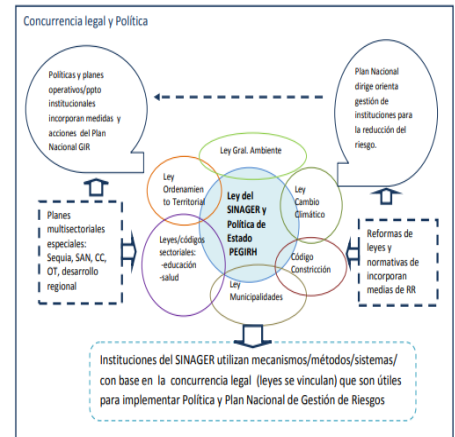
La Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos SINAGER (2010) y en lo sucesivo sus reformas, constituye el marco legal para que el país desarrolle la capacidad de prevenir y disminuir los riesgos de potenciales desastres, además, de la preparación a la respuesta y recuperación de los daños provocados por los fenómenos naturales o los generados por las actividades humanas (COPECO, 2013).

El SINAGER actúa a través de estructuras, instancias de coordinación, relaciones funcionales, métodos, herramientas y procedimientos, con el objeto de proteger la vida y los medios de vida de los habitantes de la República, mediante acciones concretas, destinadas a prevenir, reducir o controlar los niveles de riesgo en el territorio nacional, así como contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente y a la protección de todo el patrimonio ecológico del país. (COPECO, 2013)

Sus principios orientadores son:

- Seguridad y responsabilidad
- Reducción de riesgos como proceso social
- Gestión descentralizada y desconcentrada
- Coordinación
- Participación ciudadana
- Gestión del riesgo como parte del desarrollo nacional
- Alcance de responsabilidades
- Ética y transparencia
- Fomento de la solidaridad
- No discriminación, enfoque de género y acciones afirmativa. (COPECO, 2013)

La Ley del SINAGER define las responsabilidades exclusivas para la gestión integral del riesgo de parte de todos los sectores, no obstante, existen otras leyes sectoriales con responsabilidades concurrentes en este campo: a) La Ley de Visión de País y Plan de Nación a) Ley de Ordenamiento Territorial; c) Ley de Municipalidades; d) Ley General del Ambiente; e) El Código de la Construcción y otras relacionadas con la gestión territorial. (SINAGER, 2010)



*Ilustración 26: Concurrencia legal y política.*

### 3.1.3. La Política de Estado se desarrollará bajo los siguientes fundamentos.

- a) La aplicación de la Ley del SINAGER.
- b) Como política de estado, su vigencia es de carácter prioritario y permanente hasta lograrla reducción del riesgo a un nivel aceptable. Se ejecutará de manera continua por las próximas administraciones de gobierno hasta el 2038, en el marco de “Ley para el establecimiento de una visión de país y la adopción de un plan de nación para Honduras”.
- c) Corresponde al consejo directivo del SINAGER, la revisión, actualización y ajustes de la presente política, para su presentación a la presidencia de la república, en los primeros cuatro a seis meses de cada nueva administración gubernamental, misma que será ratificada mediante nuevo decreto del presidente en consejo de ministros.
- d) El Sistema Nacional de Planificación mediante la emisión lineamientos orientados a la reducción correctiva y prospectiva del riesgo y la coordinación entre actores, en función de las prioridades y los indicadores de gestión e impacto definidos a nivel nacional y según características territoriales; el Plan Nacional de GdR y Plan Nacional de Contingencia y los planes especiales de gestión de riesgo según características territoriales.
- e) La normativa y lineamientos presupuestarios, que permitan la viabilidad de la PEGIRH, expresados en los presupuestos institucionales.
- f) Fondos Especiales y un manejo financiero idóneo para la reducción del riesgo y según sea necesario, para la recuperación post desastre.
- g) Alineamiento y armonización de la cooperación y la sociedad civil.
- h) La política ejerce su función pública en las instituciones de gobierno, ante la ciudadanía y la sociedad civil organizada, de forma corresponsable, complementaria y subsidiaria. Extiende su función orientadora al sector privado con base en las exigencias legales correlacionadas a la reducción del riesgo (SINAGER, 2010).

### 3.2. Antecedentes de los SAT comunitarios.

Los primeros SAT establecidos en el Istmo Centroamericano fueron promovidos a inicio de los años 90 's por la Secretaría General de la OEA, con el apoyo del Departamento de Ayuda

Humanitaria de la Comunidad Europea (ECHO). En ese entonces se establecieron unos 20 SAT comunitarios, todos ellos atendiendo inundaciones.

### **3.2.1. Sistema de Alerta Temprana (SAT)**

Desde entonces, y hasta la fecha, los SAT han jugado un papel muy importante en la reducción de riesgo de desastres, incorporando a las comunidades en riesgo como actores activos y centrales de los sistemas desde su etapa de diseño, generando conciencia y un mejor entendimiento del riesgo y su gestión, y generando información primaria para el monitoreo de los fenómenos hidrometeoro lógicos y la calibración de los sistemas de observación y modelos asociados. (COPECO, 2015)

En 1991, SEDI/DDS brindó asistencia técnica COPECO para la implementación de un SAT ante Inundaciones en la cuenca del río Lean, en la Costa Atlántica de Honduras, sirviendo a las comunidades ubicadas en el municipio de La Másica. (COPECO, 2015)

### **3.2.2. Definición SAT**

El SAT constituye un mecanismo articulado de gestión de información, análisis oportuno, toma de decisiones y acciones, producto de un proceso concertado de actores técnicos científicos, funcionarios públicos con competencia y la sociedad civil, que permiten alertar, dar alarma y evacuar a las poblaciones en tiempo oportuno, de forma eficiente y eficaz y responde esencialmente a la capacidad organizada de la sociedad en sus diferentes niveles institucionales y de la sociedad civil. (Ramírez, 2011)

### **3.2.3. Lineamientos generales de los SAT**

Los SAT son parte del proceso de PREPARACIÓN ante desastres; se implementan en un territorio determinado (comunidad, distrito, provincia, región, cuenca, microcuenca, subcuenta) (Ramírez, 2011)

Los SAT deben ser complementados con Planes de Contingencia ante los peligros identificados, formulados desde las Plataformas de Defensa Civil de los Gobiernos Locales y Regionales. (Ramírez, 2011)

### **3.2.4. Objetivo del Sistema de Alerta Temprana (SAT)**

El objetivo general de la puesta en marcha del SAT por deslizamiento e inundaciones, es hacer operativos una serie de instrumentos y procedimientos a través de la administración de las entidades del gobierno local, entes rectores con las estructuras

comunitarias de respuesta para salvaguardar las vidas humanas y medios de vida de las zonas en riesgo. De manera más específica se propone desarrollar los elementos del sistema de principio a fin (Narváez, 2021,).

### 3.2.5. Elementos de un sistema SAT

Los Sistemas de Alerta Temprana integrarán, al menos, los siguientes componentes.

#### a) Conocimiento de los Riesgos

- Reconocimiento en campo.
- Visualización de los riesgos y daños posibles a través de fotografías, mapas parlantes.
- Visualización de medidas de ingeniería construidas para la mitigación de los desastres.
- Identificación de rutas de evacuación.
- Generación de croquis o mapas locales.
- Ríos
- Carreteras
- Puentes
- Poblados
- Infraestructura Estrategia (Escuela, Centros de Salud, Albergues)
- Luego de identificar la problemática, las capacidades locales, según la metodología DIGA, debe promoverse el diálogo y la búsqueda de consensos sobre las acciones y soluciones factibles de implementar localmente.

*Ilustración 27: Elementos de un sistema SAT.*



b). Vigilancia y Alertas: Dentro del sistema de vigilancia y alertas, dentro del SAT se debe de considerar la inclusión de al menos cuatro elementos que lo componen:

- Datos de observación y sistemas de vigilancia.
- Predicción numérica del tiempo.
- Modelos conceptuales.
- Conocimiento de la situación.

#### c). Difusión y Comunicación: tipos de Alerta

- Alerta Verde

Se declara cuando las expectativas de un fenómeno permiten prever la ocurrencia de un evento de carácter peligroso para la población, que, por evolución, implica situaciones.

inminentes de amenaza, que obliga tomar ciertas medidas de prevención y monitoreo por la probable o cercana ocurrencia de un evento adverso.

- Alerta Amarilla

Esta declarado cuando la tendencia ascendente del desarrollo del evento implica situaciones inminentes de riesgo y situaciones severas de emergencias.

- Alerta Roja.

Cuando el fenómeno impacta una zona determinada presentando efectos adversos, a las personas, a los bienes, las líneas vitales de comunicación o el medio ambiente, produciendo una situación desastre. (Banegas, 2015)

d). Creación de Capacidades orientado a:

- Aumentar la capacidad de manejo de la información.
- Sistemas Automatizados
- Reglas Limnimétricas
- Indicadores tempranos

CAP antes, durante y después de una situación de emergencia.

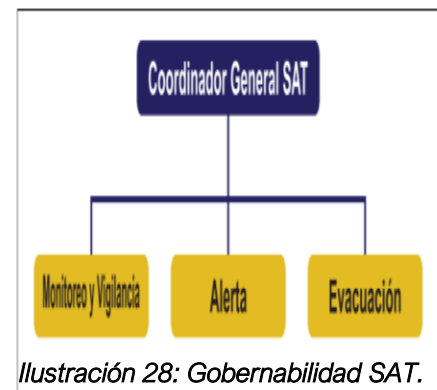
e). Gobernabilidad, respuesta a alertas y seguimiento y monitoreo.

Respuesta a las alertas.

- Basada en la participación.
- Fundamentadas en la organización comunitaria y el liderazgo positivo para la acción.
- Desarrollado a través de simulacros de emergencia.
- Reacción en situaciones reales.

Seguimiento, monitoreo, evaluación y supervisión.

- El seguimiento debe de basarse en las buenas prácticas de alerta temprana.
- La supervisión debe ser realizada por líderes comunitarios encargados del montaje de respuesta a emergencia.
- La evaluación, permite retroalimentar mejorar y robustecer los SAT. (Banegas, 2015)



*Ilustración 28: Gobernabilidad SAT.*

### 3.2.6. Sostenibilidad de los SAT

El SAT desempeña un rol fundamental en los esfuerzos de RRD, de ahí la importancia de prever su sostenibilidad desde el momento de su creación. En tal sentido se debe poner atención especial en los elementos siguientes:

- **Aspectos conceptuales**

Un SAT comunitario debe incluir los cuatro elementos fundamentales: el conocimiento del riesgo, seguimiento y pronóstico, comunicación y difusión y capacidad de respuesta. Los SAAT deben poder abarcar los pasos desde la detección de una amenaza hasta la respuesta comunitaria, es decir un “sistema de alerta temprana de principio a fin”.

- **Responsabilidad institucional**

Los SAAT comunitarios deben estar integrados al sistema de alerta temprana municipal que a su vez se integran a los sistemas nacionales de respuesta antes las emergencias. En el caso de Honduras, por ejemplo, el CODEM de la AMDC dirige y administra un SAAT a nivel de ciudad y distrito central que, junto con los CODEL, operativiza los SAAT de barrio y comunitarios, que forman parte del sistema nacional de alerta temprana y del sistema nacional de respuesta a la emergencia. (Narváez, 2021,)

- **Alianzas y vinculaciones**

La necesidad de realizar estudios especializados sobre amenazas en comunidades vulnerables a desastres requiere de que profesionales de la academia, de investigación en ciencias de la tierra, facultades de las universidades, entre otros, se integren o vinculen a los sistemas de reducción de riesgo, de manera que se puedan fundamentar científica y oficialmente, cada uno de los dictámenes que dan como resultados estos lazos entre instituciones y técnicos.

- **Fortalecimiento de Capacidades**

Es importante el empoderamiento de todos los involucrados, el que cada uno de los actores conozca a detalle cómo funcionan estos sistemas y como se debe de trabajar en conjunto. La empatía hacia las personas que sufren ante las amenazas o emergencias nos dice de la importancia que estos SAAT son prioridad para salvar vidas humanas

### 3.2.7. Evaluación Final

Una evaluación final del SAAT por deslizamiento e inundaciones u otras amenazas, debe ser parte del diseño inicial propuesto. Una evaluación final implica el establecimiento de los criterios de evaluación generalmente aplicados en este tipo de ejercicios. A manera de referencia, se incluyen los criterios siguientes que orienten la formulación de los términos de referencia del ejercicio de evaluación.

La evaluación será un ejercicio participativo que incluirá con especial atención a los beneficiarios directos de la comunidad, facilitando espacios de discusión y análisis y a la construcción de aprendizajes para enriquecer futuras experiencias en SAAT comunitarios enmarcados en una estrategia.

Como parte del proceso participativo de evaluación, habrá de realizarse una simulación o simulacro para verificar que la comunidad, las instituciones y entidades involucradas comprenden cada una de las actividades del SAAT.

### **3.2.8. Criterios de la Evaluación Final**

#### **1. Nivel de Diseño.**

Pertinencia y relevancia: analizar el grado en que los objetivos y resultados planteados son coherentes con las necesidades, y el contexto identificado, con relación a la justificación del proyecto.

Coherencia. Analizar el grado en que los objetivos, resultados, actividades e indicadores se relacionan coherente y lógicamente entre sí.

#### **2. Nivel de Proceso**

Eficiencia: analizar el grado en que los recursos e insumos (tiempo, financieros, recursos humanos, materiales, tiempo de ejecución, etc.) se han traducido en resultados.

#### **3. Nivel de Resultados**

Impacto: los cambios generados por el Proyecto a nivel institucional administrativo y a nivel de las personas beneficiarias.

Sostenibilidad. La probabilidad y los factores clave (socioculturales, institucionales, económicos, políticos) que aseguran que los beneficios del Proyecto perduren. El ejercicio de evaluación final del proyecto debe hacer acopio de información cualitativa y cuantitativa. Espacios de consulta con los principales actores institucionales, comunitarios como las Juntas Administradoras de Agua (JAA), líderes, usuarios y ONG que se hayan vinculado con el proyecto.

Los resultados de la evaluación serán utilizados para identificar medidas correctivas para iniciativas similares, generando aprendizajes desde la experiencia que se asuman como acciones. (Narváez, 2021,)

### **3.3. Gestión integral de riesgo.**

La Gestión del Riesgo es un proceso social que promueve la reducción del riesgo especialmente a través de la reducción de la vulnerabilidad y el aumento de la resiliencia (capacidad de adaptarse), de los grupos sociales, comunidades o países, en base a acuerdos sociales que surgen con base a acuerdos sobre el análisis de riesgo. Este análisis comprende:

Una revisión de las características técnicas de las amenazas, tales como su ubicación, intensidad, frecuencia y probabilidad.

El análisis del grado de exposición y de vulnerabilidad, incluidas las dimensiones físicas, sociales, de salud, económicas y ambientales.

La evaluación de la eficacia de las capacidades de afrontamiento, tanto las que imperan como las alternativas, con respecto a los posibles escenarios de riesgo. (Flores & COPECO, 2014)

### **3.3.1. Contexto de la gestión de riesgos en Honduras.**

Según diversos indicadores de orden mundial que evalúan el riesgo y vulnerabilidad ante el impacto ante fenómenos naturales, Honduras se encuentra entre los primeros 5 países más vulnerables del planeta. Tegucigalpa, la capital del país, está catalogada como la tercera más vulnerable a nivel mundial. Los efectos devastadores de los desastres, principalmente huracanes, inundaciones, sequías, deslizamientos y si, impactan en la sociedad, en la economía, en los recursos naturales, frenando el desarrollo y maximizando la pobreza. (Flores & COPECO, 2014)

Más del 50% de los desastres ocurridos en el país, están asociados a eventos de origen hidrometeorológico: inundaciones, tormentas tropicales y deslizamientos. Los eventos que registran el mayor número de pérdidas de vidas son las inundaciones y tormentas tropicales con el 90%. Más del 80% de las viviendas han sido destruidas durante inundaciones. El 27% de los municipios (81 de los 298) son altamente vulnerables ante el impacto de los desastres

Por otra parte, el fenómeno de cambio climático global está estrechamente vinculado con el riesgo y la vulnerabilidad, provocando aumento en la temperatura global, aumento del nivel del mar por el “descongelamiento” polar, variabilidad en el régimen de lluvia (precipitaciones extremas o sequías extremas) y mayor intensidad en fenómenos meteorológicos (huracanes/tornados). Los desastres asociados a la variabilidad climática en general, afectan sensiblemente el sector agropecuario y el medio rural, y hacen más críticos los eventos y más cortos sus periodos de retorno, afectando a la población vulnerable que se localiza en zonas de riesgo.

### **3.3.2. Etapas del proceso de la Gestión del Riesgos de Desastres**

La Gestión del Riesgos de Desastres se ejecuta sobre la base de tres componentes: gestión prospectiva, gestión correctiva y gestión reactiva. Asimismo, según la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se desarrolla siguiendo estos siete procesos (ESAN, 2022):

1. Estimación del riesgo: Acciones que buscan identificar los peligros a los que puede estar expuesta la comunidad, conocer su vulnerabilidad y determinar su nivel de riesgo. Por ejemplo, realizar mapas comunitarios de riesgo. (CESIP, 2020)
2. Preparación: Acciones que permiten planificar, organizar a la sociedad y fortalecer sus capacidades para responder adecuadamente cuando ocurra una emergencia o desastre
3. Prevención del riesgo: Acciones que se realizan para evitar que surjan nuevos riesgos en la sociedad, como por ejemplo construir viviendas sismo resistentes o colegios en zonas seguras.
4. Reducción del riesgo: Acciones para disminuir la vulnerabilidad de la población y, de esa manera, reducir el nivel de riesgo. Un ejemplo es la colocación de sacos de arena en los márgenes de ríos para evitar el impacto de las inundaciones.
5. Respuesta: Acciones que se realizan para atender la emergencia. Por ejemplo, apoyar en la búsqueda y salvamento, brindar primeros auxilios.
6. Rehabilitación: Acciones para restablecer los servicios, la infraestructura pública y las actividades socioeconómicas en la zona afectada por una emergencia o desastre. Por ejemplo, restablecer el servicio de agua y electricidad.
7. Reconstrucción: Acciones que se hacen para que la sociedad afectada por un desastre vuelva a las condiciones que le permitan desarrollarse procurando no generar nuevos riesgos y asegurando que la sociedad y su economía se reactiven. (CESIP, 2020)

### 3.3.3. Matrices de Planificación

El PEGIRH se constituye en el instrumento operativo de la Política de Estado para la gestión Integral de riesgos (PEGIRH). En este marco se trabajó 4 áreas de planificación en forma de matrices:

a) El nivel del SINAGER Incluye objetivos, lineamientos y medidas específicas de la Política a través de acciones estratégicas que involucran a la secretaría ejecutiva del SINAGER, a los actores centrales y municipales y que en general buscan el desarrollo del mismo sistema de gestión de riesgos.

b) El nivel Sectorial/ Sectores Priorizados

- Educación
- Salud o Ambiente y Cambio Climático
- Agroalimentario
- Ordenamiento Territorial
- Turismo o Infraestructura

c) El Nivel del Sector Privado Se trata de una propuesta para iniciar un proceso de incidencia y concertación. Hay que aclarar que, hasta ahora, no ha sido posible un acercamiento del SINAGER con el sector privado.

d) El Nivel municipal No existe una matriz por separado para el nivel municipal porque las acciones que benefician a este sector, están incorporadas en el nivel del SINAGER y en las Matrices Sectoriales.

La planificación específica en gestión de riesgo a nivel municipal, está establecida en los Planes Municipales de Gestión de riesgos (objetivos, estrategias, acciones, inventarios de obras, medidas legales y otras). (Flores & COPECO, 2014)

### 3.3.4. Sugerencias para diseñar e implementar SAT comunitarios inclusivos a nivel local.

La forma más idónea para contar en nuestras comunidades con un SAT que tenga un carácter inclusivo es que en su diseño participe una representación de cada grupo social que vive en la comunidad, y que el proceso sea liderado por los especialistas de los CGRR y de la Defensa Civil hasta el nivel de Zona de Defensa. (Cuza, 2021)

Plan de capacitación comunitario como parte del componente de Protección a la población, teniendo en cuenta que debe ser un plan inclusivo. Algunas sugerencias a tener en cuenta:

La capacitación comunitaria debe ser liderada por la cruz roja, bajo las orientaciones de la defensa civil, incluyendo su grupo multidisciplinario, e invitar a las asociaciones de personas con discapacidad.

Orientar, capacitar, sensibilizar a los decisores locales y a las organizaciones políticas y de masas en la temática de la gestión del riesgo para lograr el apoyo y aporte para su implementación.

Capacitar a los líderes comunitarios (presidentes de consejos populares, delegados de circunscripciones, presidentes de zonas de defensas, representantes de las asociaciones de personas con discapacidad y organizaciones de la sociedad civil) para estandarizar conocimientos y



*Ilustración 29: Sugerencias para diseñar e implementar SAT comunitarios inclusivos a nivel local*

acometer las capacitaciones al resto de las personas de la comunidad.

Considerar realizar barrio-debates en espacios públicos, coordinados según los horarios convenientes para la mayoría de las personas de la comunidad. Valorar también el uso de la informática (videoconferencias a las instituciones estatales), y aprovechar las salas de computación y los Joven Club.

El plan debe contemplar el uso de los medios de comunicación masiva locales para transmitir mensajes claves de preparación (spots, espacios televisivos, cuñas radiales o audiovisuales, slogan, campañas comunicativas, boletines digitales, páginas web de estos medios, etc.).

Incluir ejercicios prácticos y demostrativos, simulacros y simulaciones, así como realizar juegos didácticos en los barrios apoyados por los compañeros de cultura y deportes. (Cuza, 2021)

### 3.3.5. Elementos de un SAT comunitario

Para la implementación de un SAT, independientemente del grado de tecnificación, de las particularidades de la región o cuenca, del acceso geográfico, de la disponibilidad de información geofísica, de las comunicaciones existentes y de los recursos disponibles, se aconseja

el seguimiento de varias tareas, con el objetivo de sacar provecho máximo de la información disponible. (Mendoza et al., 2016)

**Tabla 13: Elementos de un SAT comunitario.**

Elementos Claves	Comunidad	
	SAT basados en la comunidad	SAT impulsados por la comunidad
Orientación	Con las personas	Por las personas
Carácter	Democrático	Potenciador
Metas	Sugerentes, consultivas	Basado en necesidades, participativo
Pronostico	Comunidad como socio	Comunidad administra
Visión	La comunidad es organizada	La comunidad es empoderada
Valores	Desarrollo de habilidades de las personas	Confianza en las capacidades de las personas
Resultado/impacto	Inicia la reforma social	Reestructura el tejido social
Actores Clave	Emprendedores sociales, trabajadores y líderes comunitarios	Todos en la comunidad
Metodología	Coordinado con apoyo técnico	Gestionado por la comunidad
Componentes activos de la alerta temprana (de los cuatro)	Al menos uno está activo (por ejemplo, capacidad de respuesta)	Todos están activos, especialmente el monitoreo de los indicadores

## ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PERTINENTES SUGERIDAS:

1. Los estudiantes realizan un diagnóstico de los riesgos potenciales en su comunidad o Centro educativo, identificando amenazas naturales (terremotos, inundaciones, deslizamientos, etc.) y los factores de vulnerabilidad (infraestructura débil, falta de preparación, etc.). (Ver anexo 2)
2. Elaboran y ejecutan un guion radial sobre la normativa de la Gestión de Riesgos según SINAGER.
3. En grupos realizan un simulacro de emergencia, deben desarrollar un plan de evacuación para sus compañeros, asignar roles (líderes, guías, primeros auxilios) y realizar el simulacro con diferentes escenarios.
4. En grupos, los estudiantes investigan la infraestructura de su colegio, identifican posibles puntos de falla, y luego desarrollan una presentación con recomendaciones para mejorar la seguridad.
5. Plan de Gestión Integral de riesgos, en grupos trabajan la información obtenida a través de diagnósticos, luego presentarán sus planes en un foro con miembros de la comunidad educativa.
6. Los estudiantes diseñarán y ejecutarán una campaña educativa en su Institución o comunidad para sensibilizar sobre la importancia de los sistemas de alerta temprana, cómo funcionan y cómo los miembros de la comunidad deben reaccionar.

## HERRAMIENTAS O PLATAFORMAS DIGITALES SUGERIDAS:

Herramientas digitales o plataformas	Descripción de uso
Altímetro	Utilizado para conocer ubicaciones precisas, GS digital.
Google earth	Elaboración de mapas o croquis de áreas específicas.
Sismo Detector	Alerta de sismos.
Plataforma de caja de herramientas para la gestión de riesgos. RED ITC	Manuales e informes, sobre la gestión de riesgos.
Classroom	Plataforma de monitoreo, para la subida de asignaciones.
KoboToolbox	Elaboración de formularios, para la recolección de datos.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

Explica la ley de gestión integral de riesgos a través de exposiciones, debates, foros, entre otros.

Conocer y aplica el sistema de alerta temprana (SAT) en su comunidad de acuerdo a las variables locales

Elabora un plan de gestión integral de riesgo escolar y comunal de acuerdo a metodología del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER)

## METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:

Metodos y tecnicas de evaluacion	Forma de aplicación
Foro radial	Desarrollar habilidades de comunicación oral, análisis crítico y reflexión en grupo. El foro radial será una actividad en la que los estudiantes participarán en una emisión en vivo, abordando un tema específico.

Exposiciones	Desarrollar habilidades de presentación, manejo de información y capacidad para sintetizar temas complejos de manera clara y efectiva.
Diagnósticos	Los estudiantes se organizan en grupos para realizar proyectos colaborativos o resolver problemas complejos.
Trabajo en equipo	Se evalúa la capacidad de los estudiantes para realizar un diagnóstico preciso, identificar puntos clave y mostrar un análisis crítico de los temas planteados.
Informes	Elaboración de planes de acción relacionados con un tema o proyecto específico. Esto incluirá la definición de objetivos, la planificación de tareas, la asignación de responsabilidades y la determinación de cronogramas.
Gira de campo	Recorrido en la comunidad donde está el centro educativo, diálogo con las personas mas antiguas en el lugar, para conocer la evolución del lugar.

### EVALUACIÓN:

1. Foro Radial: El facilitador / profesor registra permanentemente los hábitos y actitudes de trabajo de los estudiantes en el desarrollo de cada clase o práctica.

Revisa y hace observaciones sobre la temática a impartir.

Monitorea el guion y coordina el tiempo específico que se estará en la radio. Se evaluará la claridad, coherencia y profundidad de los argumentos presentados, así como la capacidad de escuchar y responder a las intervenciones de los demás.

2. Exposiciones: El facilitador retroalimenta o refuerza durante el proceso las debilidades de los estudiantes.

Revisa la información que sea adecuada y acorde al tema elegido, para impartir.

Monitorea la disciplina de los estudiantes.

3. Diagnósticos: Capacidad de redacción, orden cronológico de las preguntas. Interacción y socialización con las demás personas lejanas a la Institución.
4. Trabajo en equipo: Demuestra habilidades de socialización y cooperación, creatividad, liderazgo
5. Informes: Se evaluará la estructura del plan, la viabilidad de las estrategias propuestas, la organización y claridad en la asignación de tareas, evalúa la capacidad de los estudiantes para anticipar posibles obstáculos y proponer soluciones adecuadas.
6. Gira de campo: La evaluación se realizará de forma individual y grupal, con un enfoque en la participación, el análisis crítico, la capacidad de síntesis y la colaboración.  
El facilitador aplica pruebas cortas y asigna otras tareas al estudiante durante el desarrollo del proceso.  
El facilitador registra todas las evaluaciones y avances de los factores y criterios de evaluación cotejados, para finalmente asignarle una nota final al estudiante.

### 4.1. Energía Renovable

Las energías renovables son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero causantes del cambio climático ni emisiones contaminantes.

Entre las energías renovables o también llamadas energías limpias encontramos:

1. Energía eólica: la energía que se obtiene del viento
2. Energía solar: la energía que se obtiene del sol. Las principales tecnologías son la solar fotovoltaica (aprovecha la luz del sol) y la solar térmica (aprovecha el calor del sol)
3. Energía hidráulica o hidroeléctrica: la energía que se obtiene de los ríos y corrientes de agua dulce
4. Biomasa y biogás: la energía que se extrae de materia orgánica
5. Energía geotérmica: la energía calorífica contenida en el interior de la Tierra
6. Energía mareomotriz: la energía que se obtiene de las mareas
7. Energía undimotriz u olamotriz: la energía que se obtiene de las olas
8. Bioetanol: combustible orgánico apto para la automoción que se logra mediante procesos de fermentación de productos vegetales
9. Biodiésel: combustible orgánico para automoción, entre otras aplicaciones, que se obtiene a partir de aceites vegetales.
10. Dendroenergía: es la energía que se obtiene de la combustión de biomasa forestal, es decir, de los árboles. Se produce a partir de combustibles de madera como leña, carbón vegetal, pellets, briquetas, licor negro, etanol, metanol y aceite pirolítico.

Las energías renovables son fundamentales en la transición hacia un desarrollo sostenible debido a su capacidad para satisfacer las necesidades energéticas globales mientras mitigan los impactos negativos sobre el medio ambiente.

A continuación, se explican los aspectos más destacados de su importancia:

1. Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)  
Las energías renovables, como la solar, eólica y geotérmica, generan electricidad sin emitir GEI, lo que contribuye significativamente a la lucha contra el cambio climático. Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), el uso de energías renovables podría reducir hasta un 70% las emisiones globales de CO<sub>2</sub> para 2050 (IPCC, 2018).
2. Diversificación de la Matriz Energética.  
Las fuentes renovables fortalecen la seguridad energética de los países al reducir la dependencia de combustibles fósiles importados, lo que mejora la resiliencia frente a fluctuaciones en los precios internacionales del petróleo y el gas (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2021).
3. Impacto Ambiental Reducido  
Comparadas con los combustibles fósiles, las energías renovables tienen un impacto ambiental mucho menor. No generan contaminantes tóxicos ni residuos peligrosos, preservando así los ecosistemas y la calidad del aire y agua (World Energy Council [WEC], 2020).
4. Generación de Empleo y Desarrollo Económico.  
La transición hacia energías limpias impulsa la creación de empleos verdes en sectores como la instalación de paneles solares, la operación de parques eólicos y el mantenimiento de tecnologías renovables. En 2020, el sector de las energías renovables empleó a 12 millones de personas a nivel mundial (IRENA, 2021).
5. Disponibilidad Inagotable y Sostenibilidad  
Las fuentes de energías renovables, como el sol, el viento y el agua, son recursos naturales prácticamente inagotables, lo que asegura un suministro continuo para las generaciones presentes y futuras (U.S. Department of Energy [DOE], 2020).
6. Contribución al Cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)  
El uso de energías renovables es clave para alcanzar el ODS 7, que busca garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. También impacta positivamente en otros ODS, como el 13 (Acción por el clima) y el 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) (United Nations, 2015).

#### 4.1.2. Procesos de Producción de Energías Alternativas

Las energías alternativas son aquellas que se obtienen de fuentes naturales sostenibles y que generan un impacto ambiental menor comparado con los combustibles fósiles. A continuación, se describen algunos de los principales procesos de producción de energías alternativas:

- **Energía Solar**

La energía solar se genera mediante la captura de la radiación solar y su conversión en energía utilizable. Esto se realiza principalmente mediante:

- **Paneles solares fotovoltaicos:** convierten la luz solar directamente en electricidad utilizando materiales semiconductores como el silicio.
- **Sistemas solares térmicos:** concentran la radiación solar para calentar un fluido y generar vapor que impulsa una turbina, produciendo electricidad. (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2019)

- **Energía Eólica**

Este tipo de energía aprovecha la fuerza del viento para mover las aspas de un aerogenerador. El movimiento mecánico se transforma en electricidad a través de un generador eléctrico. Los parques eólicos pueden instalarse tanto en tierra como en alta mar. (Global Wind Energy Council [GWEC], 2020)

- **Energía Hidroeléctrica**

Se obtiene mediante el aprovechamiento de la energía potencial y cinética del agua en movimiento. Los sistemas hidroeléctricos incluyen presas y turbinas, donde el flujo de agua genera electricidad al mover los rotores de las turbinas. (World Energy Council [WEC], 2021)

- **Biomasa**

La biomasa incluye restos orgánicos como residuos agrícolas, forestales y desechos urbanos. A través de procesos como la combustión directa, la digestión anaeróbica o la gasificación, se genera energía en forma de calor, biogás o electricidad. (Biomass Energy Resource Center, 2018)

- **Energía Geotérmica**

La energía geotérmica utiliza el calor del interior de la Tierra. Este calor se extrae mediante pozos perforados en áreas con alta actividad geotérmica. El vapor generado impulsa turbinas que producen electricidad o se utiliza directamente para calefacción. (U.S. Department of Energy, 2019)

- **Energía Mareomotriz y de las Olas**

Estas energías aprovechan el movimiento del agua debido a las mareas y las olas. Mediante turbinas o sistemas flotantes, la energía cinética y potencial del agua se transforma en electricidad. (Ocean Energy Systems [OES], 2020)

#### 4.1.3. Procesos de Eficiencia Energética en Actividades Agroforestales

La eficiencia energética en las actividades agroforestales implica la optimización del uso de energía en la producción y manejo de sistemas que combinan la agricultura y el cuidado forestal. Estas prácticas buscan reducir el consumo de energía fósil, minimizar el impacto ambiental y mejorar la sostenibilidad del sector.

A continuación, se describen algunos procesos clave basados en investigaciones:

1. Uso de energías renovables en equipos agroforestales: La implementación de sistemas solares para el bombeo de agua o el uso de biogás generado a partir de residuos agrícolas para alimentar maquinaria reduce la dependencia de combustibles fósiles. Estudios demuestran que estas tecnologías pueden disminuir hasta un 30% los costos energéticos en sistemas agroforestales (Kassie et al., 2018).
2. Diseño de sistemas agroforestales energéticamente eficientes: la combinación de cultivos y árboles en una misma área reduce la necesidad de insumos externos como fertilizantes y agua, al aprovechar la sinergia natural entre las especies. Por ejemplo, los árboles fijadores de nitrógeno mejoran la fertilidad del suelo, disminuyendo el uso de fertilizantes químicos y el consumo energético asociado a su producción (Jose, 2009).
3. Manejo eficiente del agua: La introducción de sistemas de riego por goteo en cultivos agroforestales reduce significativamente el consumo de agua y la energía necesaria para su extracción. Además, la cosecha de agua de lluvia y su almacenamiento en reservorios mejora la eficiencia en el uso de recursos hídricos (World Agroforestry Centre [ICRAF], 2021).

La bomba de ariete funciona utilizando la energía cinética de una corriente de agua que se encuentra a una altura superior a la bomba. El agua que fluye comprime una cámara de aire, lo que impulsa una pequeña cantidad de agua a través de la bomba a una presión más alta.

La bomba de ariete es una máquina hidráulica que funciona sin electricidad ni combustible, por lo que es una solución ideal para zonas rurales y remotas donde no hay acceso a energía convencional.

4. Optimización del transporte y logística: El transporte de productos agroforestales se puede hacer más eficiente al optimizar las rutas y emplear vehículos que funcionen con combustibles alternativos, como biodiésel o electricidad. Esto no solo reduce las emisiones de carbono, sino también los costos operativos (Zomer et al., 2016).

5. Uso de residuos agroforestales como biomasa: Los desechos agrícolas y forestales pueden transformarse en fuentes de energía mediante procesos como la gasificación o la producción de pellets. Esto permite que los sistemas agroforestales sean más sostenibles y reduzcan su huella de carbono (Yamamoto et al., 2009).
6. Capacitación y sensibilización: La educación de los productores en prácticas agroforestales sostenibles y en el uso eficiente de la energía es esencial para maximizar la productividad y minimizar el impacto ambiental (ICRAF, 2021).

#### 4.1.4. Procesos de Eficiencia Energética en Actividades Locales

La eficiencia energética es un concepto clave en el desarrollo sostenible, ya que permite reducir el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental. Este enfoque, aplicado a nivel local, puede optimizar procesos agroforestales, reducir costos y preservar los recursos naturales.

##### 1. Implementación de Tecnologías de Riego Eficiente

Investigaciones realizadas en comunidades rurales han demostrado que los sistemas de riego por goteo son altamente eficientes. Este método permite un ahorro significativo de agua y energía en comparación con el riego por inundación. Según Pérez y Gómez (2018), el uso del riego por goteo puede disminuir el consumo de agua en un 50% y mejorar la productividad del suelo.

Aplicación Práctica:

- a. Instalar sistemas de riego por goteo en proyectos escolares y medir el ahorro energético.
  - b. Realizar una comparación entre métodos tradicionales y modernos de riego.
2. Uso de energías renovables en la agricultura: En varias regiones locales, el uso de paneles solares para alimentar bombas de agua y equipos de iluminación ha reducido significativamente la dependencia de combustibles fósiles. Hernández et al. (2020) señalan que estos sistemas son una solución económica y sostenible para pequeñas y medianas fincas.

Aplicación Práctica:

- a. Diseñar maquetas funcionales de una finca equipada con paneles solares.
- b. Analizar los beneficios ambientales y económicos del cambio a energías renovables.

##### 2. Generación de Biogás a partir de Residuos Orgánicos

El uso de biodigestores en granjas permite transformar desechos orgánicos en biogás, una fuente de energía renovable y sostenible. Este proceso reduce los costos energéticos y disminuye la contaminación. Según López y Martínez (2019), un biodigestor típico puede cubrir hasta el 30% de las necesidades energéticas de una finca.

Aplicación Práctica:

- a. Investigar y construir un modelo de biodigestor a pequeña escala.
  - b. Evaluar la cantidad de energía generada a partir de residuos orgánicos.
3. Conservación de Alimentos con Secadores Solares
- En comunidades agrícolas, los secadores solares se han convertido en una herramienta eficiente para conservar alimentos como frutas y granos. Este método reduce la necesidad de secado eléctrico, mejorando la eficiencia energética. González et al. (2017) afirman que los secadores solares pueden disminuir el consumo de electricidad en un 40%.

Aplicación Práctica:

- a. Construir un secador solar en clase y evaluar su desempeño.
  - b. Comparar tiempos y costos entre métodos tradicionales y solares.
4. Educación y sensibilización sobre el ahorro energético: Las campañas educativas en comunidades han mostrado resultados positivos en la reducción del consumo de energía. Un estudio realizado por Ramírez (2021) reveló que la capacitación sobre uso eficiente de electrodomésticos puede reducir el consumo energético doméstico en un 20%.

Aplicación Práctica:

- a. Crear programas de sensibilización para el uso eficiente de la energía.
- b. Diseñar infografías y materiales educativos para la comunidad.

## ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PERTINENTES SUGERIDAS:

Describir los procesos de producción de energías mediante maquetas de forma visual y práctica para explicar conceptos complejos de una manera sencilla y didáctica.

La maqueta debe incluir las etapas clave del proceso de producción de energía, representadas de manera simple y visual. Por ejemplo:

### a. Energía Solar

- Revisar como el Panel solar puede cargar una batería (Ver Anexo 3)
- Explorara las condiciones para que un panel solar cargue una batería y no se descargue
- Preparar los materiales necesarios para construir tu MicroGrid (Ver anexo 4

### b. Energía Eólica

- Un aerogenerador con aspas movibles (hechas de cartón o plástico).
- Una turbina conectada a un generador (simulado con un motor pequeño).
- Muestra cómo el movimiento de las aspas genera energía para encender una bombilla.

### c. Energía Hidráulica

- Representa una presa con un embalse de agua.
- Incluye una turbina que gire al liberar agua, conectada a un generador eléctrico.
- Simula la transformación de la energía del agua en electricidad para encender un dispositivo.
- Elabora una **bomba de ariete**

### d. Dendroenergía-Energía de Biomasa

- Representa una planta de biogás con un tanque para residuos orgánicos.
- Una tubería que lleve el gas a un quemador o generador eléctrico.
- Muestra cómo los residuos se convierten en energía para alimentar un aparato pequeño.

La maqueta debe contar con etiquetas y diagramas para facilitar la comprensión. Acompaña con una explicación oral o escrita sobre cada etapa del proceso. Ejemplo:

- **Entrada de Energía:** Representar la captación inicial de energía (sol, viento, agua, biomasa).
- **Conversión:** Mostrar cómo la energía primaria se convierte en electricidad mediante un generador o inversor.
- **Salida:** Evidenciar cómo la energía se utiliza para alimentar dispositivos eléctricos.

## HERRAMIENTAS O PLATAFORMAS DIGITALES SUGERIDAS:

Herramientas digitales o plataformas	Descripción de uso
Simuladores PhET	Las simulaciones de PhET se basan en investigación educativa extensiva e involucran a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo y similar a un juego, en donde aprenden explorando y descubriendo. Muy útil para explicar conceptos como el funcionamiento de las turbinas o paneles solares.
MATLAB/Simulink	Especialmente útil para representar dinámicas complejas en proyectos de energía solar, eólica o hidráulica.
Energy3D	Software interactivo para simular sistemas de energía solar y eólica. Permite explorar cómo factores ambientales afectan la producción de energía.
RETScreen	Herramienta de análisis para evaluar proyectos de energía limpia.
Classroom	Plataforma de monitoreo, para la subida de asignaciones.
Placas Microbit	Microcontrolador que se puede programar con un lenguaje de código sencillo para crear juegos y animaciones o para controlar su hardware. Todos estos son individualmente programables.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

Explica la importancia de las energías renovables para las comunidades a través de exposiciones, murales, obras de teatro.

Describe los procesos de producción de energías alternativas a través de infografías y maquetas.

Describe procesos de eficiencia energética en las actividades agroforestales a través de investigaciones locales

## METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.

Metodos y tecnicas de evaluacion	Forma de aplicación
Rúbricas de Evaluación	Crear rúbricas específicas con criterios ponderados como claridad del proyecto, innovación, y aplicabilidad.
Exposiciones Orales	Evaluar la capacidad del estudiante para presentar su proyecto, explicando su relevancia y metodología.
Evaluación de Prototipos	Analizar los modelos o maquetas presentados, verificando funcionalidad, creatividad y sostenibilidad.
Estudios de Caso	Pedir a los estudiantes que investiguen y comparen un caso real relacionado con energías renovables
Trabajo en Equipo	Observar la colaboración y roles asumidos dentro del grupo.
Investigación Documental	Evaluar el uso de fuentes confiables y el manejo de referencias.
Simulaciones y Modelos	Utilizar software o herramientas digitales para que los estudiantes simulen el funcionamiento del proyecto.
Informe	Revisión de la documentación y evidencias generadas durante todo el proceso del proyecto.
Autoevaluación y Coevaluación	Promover que los estudiantes evalúen su desempeño y el de sus compañeros.

### EVALUACIÓN:

**Fase Inicial:** Evaluar claridad de objetivos y planeación del proyecto.

**Fase de Desarrollo:** Supervisar avances técnicos, prototipos y uso de recursos.

**Fase Final:** Realizar evaluaciones combinadas (rúbricas, presentación, prototipos) para medir el logro de objetivos.

## GLOSARIO

1. Aireación: La aireación es el proceso por el cual el aire circula, se mezcla o se disuelve en un líquido o sustancia.
2. Lixiviación: La lixiviación es un proceso químico que se compone en la extracción de una o varias sustancias solubles de un componente insoluble sólido, con la ayuda de disolventes químicos.
3. Temperatura: La temperatura es una medida que nos permite conocer la cantidad de calor que tiene un cuerpo o sustancia.
4. Contingencia: Suele referirse a algo que es probable que ocurra, aunque no se tiene una certeza al respecto. La contingencia, por lo tanto, es lo posible o aquello que puede, o no, concretarse.
5. Vulnerabilidad: susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente.
6. Resiliencia: La resiliencia se refiere a la capacidad de un sistema, comunidad u organización para resistir, adaptarse y recuperarse de los efectos de un desastre de manera oportuna y eficiente.

## BIBLIOGRAFIA

- ASA. (Febrero de 2024). *Manejo integrado de la fertilidad del suelo (4R)*. Obtenido de APPROPEDIA:  
[https://www.appropedia.org/ASApedia/Manejo\\_integrado\\_de\\_la\\_fertilidad\\_del\\_suelo\\_\(4R\)](https://www.appropedia.org/ASApedia/Manejo_integrado_de_la_fertilidad_del_suelo_(4R))
- Banegas, L. L. (Noviembre de 2015). *Sistemas De Alerta Temprana*. Obtenido de Slideshare:  
<https://es.slideshare.net/slideshow/9-sistemas-de-alerta-temprana/55113136#13>
- CENTA. (2018). (PDF) *Guia en produccion Microorganismos de Montaña (MM) | Enrique Velasquez*. Recuperado el 3 de December de 2024, de Academia.edu:  
[https://www.academia.edu/31373458/Guia\\_en\\_produccion\\_Microorganismos\\_de\\_Monta%C3%B1a\\_MM\\_](https://www.academia.edu/31373458/Guia_en_produccion_Microorganismos_de_Monta%C3%B1a_MM_)
- Centro De Investigación En Ingeniería Ambiental. (2013). Producción de microorganismo de montaña para el desarrollo de una agricultura orgánica. Obtenido de  
[https://estaticos.qdq.com/swdata/files/950/950904418/CIn\\_3256.pdf](https://estaticos.qdq.com/swdata/files/950/950904418/CIn_3256.pdf)
- CESIP. (2020). *¿Qué es la GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES - GRD?* Obtenido de Centro de Estudios Sociales y Publicaciones.:  
<https://cesip.org.pe/sites/default/files/Post-informativos-sobre-Gestion-del-Riesgo-de-Desastres.pdf>
- CLAC. (2021). *MATRIZ DE MICROORGANISMO DE MONTAÑA (MM)-SOLIDO y ACTIVADO (MM)-LIQUIDO*. Obtenido de MANUAL DE BUENAS PRACTICAS PARA LA ELABORACION DE MICROORGANISMOS EFICIENTES: <https://claase.org/wp-content/uploads/2021/12/Manual-de-buenas-practicas-para-la-elaboracion-de-microorganismos-eficientes.pdf>
- COPECO. (Diciembre de 2013). *INFORME SOBRE GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE DESASTRES EN HONDURAS 2013*. Obtenido de  
<https://www.eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/AmericaCentralHerramientasydocumentos/Informesregionalynacionales/InformeGIRDHonduras.pdf>
- COPECO. (Marzo de 2015). *AVANZANDO EN LA ADOPCIÓN DE UN ENFOQUE ESTANDARIZADO PARA EL DISEÑO, INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA (SAT) COMUNITARIOS EN HONDURAS*. Obtenido de Oas.org: [https://www.oas.org/es/sedi/dsd/RISK-MACC/Honduras\\_nota.pdf](https://www.oas.org/es/sedi/dsd/RISK-MACC/Honduras_nota.pdf)
- Cuza, I. (2021). *Sistemas de Alerta Temprana comunitarios inclusivos Este material ha sido elaborado en el marco de*. Obtenido de girdamericalatina.org:  
<https://girdamericalatina.org/documentos/tematicas/HI%20Cuba%20Guia%20recomendaciones%20SAT%20comunitario%20inclusivo.pdf>

- EcolInventos. (16 de agosto de 2023). *Cómo hacer humus de lombriz*. Recuperado el 04 de diciembre de 2024, de <https://ecoinventos.com/como-hacer-humus-de-lombriz/>
- ESAN. (Octubre de 2022). *Gestión del Riesgo de Desastres: ¿Cuáles son las etapas de este proceso?* Obtenido de Conexión esan: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/gestion-del-riesgo-de-desastres-cuales-son-las-etapas-de-este-proceso>
- Espinoza, A., Valdivia, R., & Pilarte, F. (Julio de 2019). *Manejo de la Fertilización de Maíz y Frijol - 4R, basado en la Evaluación Visual de Suelos*. Recuperado el 4 de December de 2024, de ASA: <https://asa.crs.org/wp-content/uploads/2020/05/Instructivo-3-Manejo-fertilizaci%C3%B3n-en-granos-b%C3%A1sicos-4R.pdf>
- estrategias agropecuarias para Galápagos. (2008). *Manual de agricultura orgánica*. Obtenido de <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2014/05/Manual-Agricultura-Ecol%C3%B3gica.pdf>
- factor humus. (s.f.). *Humus de lombriz sólido*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2024, de <https://factorhumus.com/abono-humus-lombriz/#caracteristicas>
- Flores, P. B. (Diciembre de 2014). *PLAN NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS - P N G I R H - Periodo 2014-2019*. Obtenido de Consenso de Montevideo sobre Población y Desarrollo Plataforma de seguimiento regional: [file:///C:/Users/HTS/Downloads/HN-PNGIRH\\_2014-19\\_Version\\_Final-COPECO-20170608.pdf](file:///C:/Users/HTS/Downloads/HN-PNGIRH_2014-19_Version_Final-COPECO-20170608.pdf)
- Fundación para el desarrollo alternativo responsable para Galápagos. (mayo de 2008). *Verdes gotas de vida*. Recuperado el 03 de diciembre de 2024, de <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2014/05/Manual-Agricultura-Ecol%C3%B3gica.pdf>
- Garcia, F., & Correndo, A. (2011). *4R De La Nutricion De Plantas*. Obtenido de Nutrición de plantas para su optimo rendimiento: <https://horizonteadigital.com/nutricion-de-plantas-para-optimos-rendimientos-agricolas/>
- Gatti, C., Garcia, A., & Vera, J. (Junio de 2017). *La construcción de herramientas de Gestión Integral del Riesgo de Desastres a nivel local. La experiencia del Municipio de Gral. San Martín*. Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/319240396\\_La\\_construccion\\_de\\_herramientas\\_de\\_Gestion\\_Integral\\_del\\_Riesgo\\_de\\_Desastres\\_a\\_nivel\\_local\\_La\\_experiencia\\_del\\_Municipio\\_de\\_Gral\\_San\\_Martin](https://www.researchgate.net/publication/319240396_La_construccion_de_herramientas_de_Gestion_Integral_del_Riesgo_de_Desastres_a_nivel_local_La_experiencia_del_Municipio_de_Gral_San_Martin)
- Guevara, E. (2011). *Presentación de PowerPoint*. Recuperado el 5 de December de 2024, de Gobierno de México: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/605696/TEMA\\_2\\_GESTION\\_INTEGRAL\\_DEL\\_RIESGO.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/605696/TEMA_2_GESTION_INTEGRAL_DEL_RIESGO.pdf)

- Huanca, M. Q., & Lopez, A. F. (2022). *Producción y comercialización de abono orgánico a base de microorganismos de montaña*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/30986/PG-3082.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto de Nutrición de Centro America y Panama. (s.f.). *Lombricultura*. Recuperado el 03 de diciembre de 2024, de Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber: <https://www.incap.int/index.php/es/Lombricultura>
- INTAGRI. (2017). *Fuentes Orgánicas de N-P-K para la Nutrición de los Cultivos* Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/fuentes-organicas-de-n-p-k-para-la-nutricion-de-cultivos> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri s. Obtenido de artículos de agricultura Orgánica fuentes orgánicas de NPK para la nutrición de cultivos: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/fuentes-organicas-de-n-p-k-para-la-nutricion-de-cultivos>
- INTAGRI. (25 de August de 2017). *Las 4R's para el Manejo Responsable de la Fertilización*. Recuperado el 4 de December de 2024, de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-4rs-para-el-manejo-responsable-de-la-fertilizacion>
- Lombrigreen. (22 de febrero de 2018). Recuperado el 04 de Diciembre de 2024, de <https://lombrigreen.com.mx/wp/humus-de-lombriz/?v=6ee8cb899cf7>
- Lombrimadrid. (s.f.). *HUMUS DE LOMBRIZ. Características, beneficios y todo lo que debes saber*. Recuperado el 03 de diciembre de 2024, de <https://lombrimadrid.es/lombricultura/humus-de-lombriz-caracteristicas-beneficios/#>
- Mendoza, A., Gonzalez, H., Buelvas, J., & Martinez, S. (2016). *Guía para la Implementación de Sistemas de alerta temprana*. Obtenido de Gobernación del meta: [https://devx.meta.gov.co/media/pagina/documentacion/2020/06/12/Vol\\_9\\_Gu%C3%ADa\\_para\\_la\\_Implementaci%C3%B3n\\_de\\_Sistemas\\_de\\_Alerta\\_Temprana.pdf](https://devx.meta.gov.co/media/pagina/documentacion/2020/06/12/Vol_9_Gu%C3%ADa_para_la_Implementaci%C3%B3n_de_Sistemas_de_Alerta_Temprana.pdf)
- Ministerio de Agricultura. (s.f.). *AGRICULTURA ORGÁNICA NACIONAL*. Recuperado el 03 de diciembre de 2024, de [https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/agricultura\\_org.\\_nacional\\_bases\\_tecnicas\\_y\\_situacion\\_actual\\_2013.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf)
- Narváez, M. (2021). *Guía practica de los sistemas de alerta y acción temprana por deslizamiento e inundación*. Obtenido de <https://resiliencenexus.org/wp-content/uploads/2022/03/06-Gu%C3%ADa-Sistema-Alerta-Temprana-SAAT.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). Recuperado el 3 de December de 2024, de Manual de compostaje del agricultor: <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>

- Planta Huerta. (25 de enero de 2021). *Qué es el humus de lombriz*. Recuperado el 4 de December de 2024, de Planeta Huerto: [https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-el-humus-de-lombriz\\_00139](https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-el-humus-de-lombriz_00139)
- Ramirez, A. L. (2011). *SISTEMA DE ALERTA TEMPRANASAT*. Obtenido de Unidad Nacional Para La Gestión De Riesgos Ante Desastres: <https://es.readkong.com/page/sistema-de-alerta-temprana-sat-ley-n-29664-sinagerd-4327443>
- Secretaria de agricultura y desarrollo rural. (30 de Junio de 2022). *MANUALES PRÁCTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS 13. Reproducción de Microorganismos de Montaña*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2024, de Gobierno de México: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737319/13\\_Microorganismos\\_de\\_montan\\_a.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737319/13_Microorganismos_de_montan_a.pdf)
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (s.f.). *MANUALES PRÁCTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS*. Recuperado el 03 de diciembre de 2024, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737318/14\\_Humus\\_de\\_lombriz.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737318/14_Humus_de_lombriz.pdf)
- SINAGER. (2010). *POLÍTICA DE ESTADO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO EN HONDURAS*. Obtenido de FAO.ORG: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/hon132078anx.pdf>
- Tencio, R. (Junio de 2015). *Reproducción y aplicación de los MM en la actividad agrícola pecuaria*. Recuperado el 3 de December de 2024, de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1847.pdf>

## WEBGRAFIA

- Biomass Energy Resource Center. (2018). *Biomass energy: Basics and benefits*. Recuperado de <https://www.biomasscenter.org>
- Global Wind Energy Council. (2020). *Global wind report 2020*. GWEC. Recuperado de <https://gwec.net>
- International Renewable Energy Agency. (2019). *Renewable energy statistics 2019*. IRENA. Recuperado de <https://www.irena.org>
- Ocean Energy Systems. (2020). *Annual report 2020*. OES. Recuperado de <https://www.ocean-energy-systems.org>
- U.S. Department of Energy. (2019). *Geothermal energy technologies*. Recuperado de <https://www.energy.gov>
- World Energy Council. (2021). *Hydropower: Facts and figures*. Recuperado de <https://www.worldenergy.org>
- International Renewable Energy Agency. (2021). *World energy transitions outlook 2021*. Recuperado de <https://www.irena.org>
- Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. (2018). *Global warming of 1.5°C: Special report*. Recuperado de <https://www.ipcc.ch>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. Recuperado de <https://www.un.org>
- U.S. Department of Energy. (2020). *The role of renewable energy in energy transitions*. Recuperado de <https://www.energy.gov>
- World Energy Council. (2020). *Renewables: Global status report 2020*. Recuperado de <https://www.worldenergy.org>
- Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>
- Kassie, M., Teklewold, H., Jaleta, M., Marennya, P., & Erenstein, O. (2018). Climate-smart agriculture practices and gender differentiated aspirations. *World Development*, 108, 28-42. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.03.018>
- World Agroforestry Centre. (2021). *Agroforestry systems and their potential for climate change mitigation*. Recuperado de <https://www.worldagroforestry.org>

Yamamoto, H., Ikegami, A., & Futaki, M. (2009). Biomass energy from agroforestry waste: A sustainable approach to energy production. *Renewable Energy*, 34(8), 1787-1792. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.11.009>

Zomer, R. J., Trabucco, A., & van Straaten, O. (2016). Carbon conservation through agroforestry. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 234, 293-303. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.034>

González, P., Ramírez, A., & Torres, M. (2017). Uso de secadores solares en comunidades rurales: Beneficios y aplicaciones. *Revista Energía y Desarrollo*, 12(3), 45-56.

Hernández, L., López, M., & Vega, J. (2020). Energías renovables en la agricultura: Perspectivas locales. *Agricultura Sustentable*, 8(2), 33-50.

López, R., & Martínez, D. (2019). Implementación de biodigestores en pequeñas granjas. *Energías Renovables Latinoamérica*, 5(1), 12-22.

Pérez, C., & Gómez, F. (2018). Sistemas de riego eficiente: Ahorro de agua y energía. *Revista de Innovación Rural*, 6(4), 75-89.

Ramírez, S. (2021). Educación energética en comunidades rurales. *Boletín de Energía y Sociedad*, 15(1), 20-30.

## ANEXOS

### Anexo 1. PLAN DE FERTILIZACION EN BASE A LAS 4R.

Parámetro	Descripción
Cultivo	Tipo de cultivo a fertilizar (ejemplo: maíz, frijol, hortalizas, etc.)
Variedad	Especificar la variedad sembrada
Tipo de Suelo	Características del suelo (arenoso, arcilloso, franco, etc.)
Análisis de Suelo	Resultados de laboratorio (pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, micronutrientes)
Fuente Correcta	Tipo de fertilizante recomendado según las necesidades del cultivo (ejemplo: urea, fosfato diamónico, sulfato de potasio, enmiendas orgánicas)
Dosis Correcta	Cantidad exacta de fertilizante a aplicar por hectárea o por planta (basado en análisis de suelo y necesidades del cultivo)
Momento Correcto	Etapa fenológica del cultivo en la que se aplicará el fertilizante (ejemplo: siembra, desarrollo vegetativo, floración, fructificación)
Lugar Correcto	Método de aplicación (aplicación al voleo, en bandas, fertirrigación, aplicación foliar, etc.)
Impacto Productivo	Cómo contribuye la fertilización al rendimiento del cultivo
Impacto Económico	Costo-beneficio del plan de fertilización
Impacto Social	Beneficio para productores y comunidades (seguridad alimentaria, generación de empleo)
Impacto Ambiental	Prácticas sostenibles utilizadas (uso de fertilizantes orgánicos, reducción de lixiviación, aplicación controlada)

### Anexo 2

#### DIAGNÓSTICO DE RIESGOS POTENCIALES EN EL CENTRO EDUCATIVO

##### 1. Datos Generales

- **Nombre del Centro Educativo:** [Nombre de la institución]
- **Ubicación:** [Dirección completa]
- **Número de estudiantes:** [Cantidad]
- **Número de docentes y personal administrativo:** [Cantidad]
- **Fecha del diagnóstico:** [Día, mes y año]

- Responsables del diagnóstico: [Nombres y cargos]

## 2. Identificación de Amenazas Naturales

Tipo de Amenaza	Descripción	Probabilidad de Ocurrencia (Alta/Media/Baja)	Impacto Esperado (Alto/Medio/Bajo)
Terremotos	Ubicación en zona sísmica, historial de sismos en la región	Alta	Alto
Inundaciones	Cercanía a ríos o zonas de drenaje deficiente	Media	Alto
Deslizamientos	Pendiente del terreno, antecedentes de derrumbes cercanos	Media	Medio
Tormentas/Huracanes	Región propensa a ciclones tropicales y fuertes lluvias	Alta	Alto
Sequías	Reducción de lluvias que afecta disponibilidad de agua	Media	Medio

## 3. Factores de Vulnerabilidad en el Centro Educativo

Factor	Descripción	Nivel de Riesgo (Alto/Medio/Bajo)
Infraestructura	Edificios antiguos con grietas, falta de mantenimiento, techos débiles	Alto
Ubicación geográfica	Situado cerca de zonas propensas a inundaciones o deslizamientos	Alto
Vías de evacuación	Falta de rutas de escape señalizadas o bloqueadas	Medio
Capacitación del personal	Falta de entrenamientos en primeros auxilios y respuesta a emergencias	Alto
Equipos de emergencia	Falta de extintores, botiquines de primeros auxilios y alarmas	Medio
Conciencia de la comunidad educativa	Poco conocimiento de medidas de prevención y actuación en emergencias	Alto

## 4. Evaluación del Nivel de Riesgo Global

Se evalúa combinando la probabilidad de ocurrencia de una amenaza y el grado de vulnerabilidad del centro educativo:

- Riesgo Alto: Requiere intervención urgente.
- Riesgo Medio: Necesita mejoras y planificación.
- Riesgo Bajo: Monitoreo y mantenimiento de medidas actuales.

Nivel de Riesgo Global: [Alta/Media/Baja] *(Basado en el análisis anterior)*

## 5. Recomendaciones y Plan de Acción

- Infraestructura: Realizar inspecciones estructurales y reforzar edificios vulnerables.
- Capacitación: Capacitar a docentes y estudiantes en respuesta ante desastres y primeros auxilios.
- Equipamiento: Adquirir extintores, botiquines de emergencia y señalización de rutas de evacuación.
- Simulacros: Implementar simulacros de evacuación periódicos.
- Coordinación con autoridades: Establecer contacto con cuerpos de emergencia locales.

### Anexo 3. PANELES SOLARES CARGANDO DOS BATERÍAS DE PLOMO ACIDO DE 12 VOLTS - 7AH CADA UNA.



### Anexo 4. CONSTRUCCIÓN DE MICROGRID

Lista de materiales y herramientas necesarias para la construcción de tu MicroGrid

## 1. Materiales

- a. Un Panel solar que produzca más de 6 volts (como aprendimos, la corriente va a depender del área del panel)
- b. Un diodo rectificador 1N4001
- c. Un set de baterías recargables conectadas en serie para que juntas el voltaje sea cercano a 5Volts
- d. Un conector USB Hembra
- e. Cables un alámbricos para las conecciones (1 metro)

## 2. Herramientas

- a. Soldador electrico (Cautin) y estano
- b. Una pinza de puntas
- c. Un alicate
- d. Un multímetro (Nota, verificar que el fusible del miliamperímetro este intacto)
- e. Un pedazo de carton (para cubrir la mesa de trabajo),

## CRÉDITOS PROFESIONALES

### ESTE MODULO FUE DESARROLLADO CON LA PARTICIPACIÓN DE LAS SIGUIENTES INSTITUCIONES Y PERSONAS

#### JUNTA DIRECTIVA

Por su liderazgo y acompañamiento en la consolidación de este manual

##### **Presidente:**

Carlos Antonio Iraheta  
(ITC David Hercules Navarro)

##### **Vicepresidente:**

Denia Suleyda Galeano  
(ITC Lamani)

##### **Secretario:**

Roger Guillelmos Castro  
(ITC San José)

##### **Tesorero:**

Darvin Orlando Palomo  
(ITC Cristina de Borbon)

##### **Vocal I:**

Victor Noe Zelaya  
(ITC Salomon Sorto Zelaya)

##### **Vocal II:**

Teresa de Jesus Meza  
(ITC Lenca)

##### **Vocal III:**

Renato Díaz Gómez  
(ITC José Maria Medina)

#### UNIDAD COORDINADORA

Emin Rodríguez – Gerente de Red ITC

Maricela Ordoñez – Asesora Curricular

Samuel Castillo – Asesor Curricular

Elmis Perdomo – Asesor de Emprendimiento

Gerson Abrego – Asesor de Emprendimiento

Elvis Velásquez – Especialista en Comunicaciones

#### EQUIPO DE REDACCIÓN

German Marel Rodezno Marquez

Deysi Jackelin Meza Cruz

Carlos Alberto Bonilla Cruz

Este manual fue elaborado en colaboración con el Programa Intersectorial de la UNESCO “Avanzando la educación científica y ambiental para sociedades resilientes y el desarrollo sostenible”.

Agradecemos especialmente la valiosa contribución de:

Julia Strack Díaz

Romina Kasman

#### ASAMBLEA DE LA RED ITC

Por su visión, orientación y respaldo en este proceso.

#### AGRADECIMIENTO ESPECIAL A LAS INSTITUCIONES





**BACHILLERATO TÉCNICO PROFESIONAL EN  
INNOVACIÓN Y DESARROLLO AGROFORESTAL  
BTP-IDA**

**MANUAL DE**

**AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**DUODÉCIMO**

