



República de Honduras
Secretaría de Educación

BACHILLERATO TÉCNICO PROFESIONAL EN
INNOVACIÓN Y DESARROLLO AGROFORESTAL
BTP-IDA

MANUAL DE
MANEJO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS -
FORESTALES I



UNDÉCIMO

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

En la agricultura entre sus dimensión del Desarrollo Agropecuario , uno de los factores determinantes para tener una buena producción, es realizar una adecuada preparación del suelo, ya que con esto, se logra un desarrollo adecuado de las raíces, facilitando la absorción de nutrientes por la planta y de esta manera obtener una mejor producción.

En Honduras, una de las maneras en que se realiza la preparación del suelo, es por medio del uso de tracción animal, debido a que la mayoría de los agricultores no disponen de los recursos económicos y logísticos necesarios para hacer uso de la tracción automotriz. Es por esto que el uso de bueyes, caballos, mulas y otros animales es muy común en las zonas agrícolas del país, para realizar labores de preparación de suelos.

Por tal razón por que la Secretaría de Educación de Honduras, presentan este manual con el objetivo de fortalecer habilidades en los /las estudiantes y docentes, sobre preparación de suelos con tracción animal, que les permitan hacer un uso eficiente de los recursos productivos disponibles, para realizar un manejo integrado de los cultivos.

El manual consta de conceptos básicos, aplicaciones teóricas y prácticas, que ayudarán a crear y afianzar el conocimiento sobre la temática. Es importante recalcar que este manual es parte de un conjunto de manuales que proporcionarán a los/las estudiantes conceptos precisos para la toma de decisiones adecuadas en la agricultura.

Esperamos que este material, manual para el módulo de Manejo de Cultivos Agrícolas - Forestal II del plan de estudios del BACHILLERATO TÉCNICO PROFESIONAL EN INNOVACION Y DESARROLLO AGROFORESTAL (BTPIDA) llene las expectativas de la formación de los estudiantes y se convierta en el instrumento por medio del cual los docentes puedan realizar eficientemente su trabajo y los estudiantes adquieran las competencias necesarias, a través del desarrollo de los contenidos curriculares que se presentan en este texto.

El presente manual del módulo de Manejo de Cultivos Agrícolas - Forestales ha sido diseñado para brindar a los estudiantes las herramientas teóricas y prácticas necesarias para planificar, establecer, manejar y evaluar sistemas de producción diversificados. Se abordan técnicas integradas para el cultivo sostenible de especies agrícolas y forestales, considerando las condiciones agroecológicas locales, el uso racional de insumos y la conservación del suelo y el agua, promoviendo así una agricultura resiliente y adaptada al cambio climático.

CONTENIDO

<u>INTRODUCCIÓN AL ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS Y FORESTALES.</u>	12
1.1 CULTIVOS AGRICOLAS Y FORESTALES	12
1.2 SISTEMAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES.	12
1.3 VIVEROS AGRICOLAS Y FORESTALES.	20
1.4 UBICACIÓN DEL VIVERO PLANIFICACIÓN, CONDICIONES GENERALES, HERRAMIENTAS Y COSTOS.	21
1.5 HERRAMIENTAS Y SUS FUNCIONES	22
1.6 COSTOS DE PRODUCCIÓN	23
 <u>PROPAGACION VEGETAL</u>	27
2.1 TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE PLANTAS	27
2.2 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.	41
2.3 SEMILLEROS Y BANCALES.	45
2.4 TIPOS DE SIEMBRA EN SEMILLEROS Y VIVEROS.	47
 <u>PRODUCCION AGRICOLA</u>	51
3.1 CULTIVOS AGRÍCOLAS Y FORESTALES	51
3.2. TAXONOMÍA VEGETAL.	55
3.3 FACTORES AGROECOLÓGICOS.	56
3.4. IMPORTANCIA DE LA PREPARACIÓN DE SUELOS	61
3.5. NUTRICIÓN VEGETAL (4R).	63
3.6. RIEGOS Y DRENAJE.	66
3.7 COSECHA Y POSTCOSECHA.	71
 <u>SANIDAD VEGETAL</u>	75
4.1. PLAGAS Y ENFERMEDADES.	75
4.2. MIP (CULTURAL, QUÍMICO Y BIOLÓGICO)	78
4.3. FITOMEJORAMIENTO	84
4.4. BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES	86
 <u>TECNOLOGIAS DE LA PRODUCCIÓN</u>	92
5.1 ACUAPONÍA.	92
5.2 HIDROPONÍA.	94

5.3 AEROPONÍA.	98
5.4 INVERNADEROS	100
5.5 CASA MALLA	102
5.5 MICRO Y MACRO TÚNEL	105
<u>SIGLAS</u>	<u>111</u>
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>112</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>117</u>
<u>CRÉDITOS PROFESIONALES</u>	<u>122</u>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales para elaboración de un vivero de 30 m X 5.40 m.	23
Tabla 2. Costos de construcción de viveros y bancales (Peñalva Morales, 2023).	23
Tabla 3. Tabla de costos de insumos de vivero.	24
Tabla 4. Costos de mano de obra en un vivero y total de costos de producción de un vivero.	24
Tabla 5 Equipo y materiales de uso para injertar.	40
Tabla 6 Materiales o tipos de envases para establecer semilleros.	47
Tabla 7. Propiedades físicas que debe tener un buen sustrato.	48
Tabla 8. Propiedades químicas que debe tener un buen sustrato.	48
Tabla 9. Efectos del viento en los cultivos	60
Tabla 10. ejemplos prácticos de aplicación de las 4 R	65
Tabla 11. Cuando realizar la cosecha	72
Tabla 12. Cuadro sinóptico de información importante de plagas.	76
Tabla 13. Enfermedades comunes de los cultivos.	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Estudiantes de la carrera de BTP en innovación y desarrollo agroforestal realizan prácticas de manejo en cultivo intensivo de sandia, Red ITC.....	13
Ilustración 2: Parcelas de cultivos agrícolas extensivas con implementación de maquinarias para realización de labores de manejo, Infoagro.....	13
Ilustración 3: Estudiantes de la carrera de BTP en innovación y desarrollo agroforestal, realizando prácticas de incorporación de materia orgánica al suelo, Red ITC.	14
Ilustración 4: Cultivo de frijol como monocultivo, Infoagro.	14
Ilustración 5: Establecimiento de una parcela de hortalizas diversificada, implementando el sistema de policultivos, Contexto ganadero.	14
Ilustración 6: Implementación de tecnologías para mejoras de productividad en los cultivos, Universidad Agrícola.	15
Ilustración 7: Huertos ecológicos familiares, Universidad del ambiente.	15
Ilustración 8: Condiciones o prácticas necesarias para los sistemas de explotación agrícola (Helvetas & Red ITC, 2014).....	16
Ilustración 9: Prácticas de gestión para sistemas agrícolas (Helvetas & Red ITC, 2014).	16
Ilustración 10: Proyecciones anuales 2024 de exportaciones FOB por principales destinos (Banco Central de Honduras).	18
Ilustración 11: Esquema de clasificación de sistemas forestales (ICF, 2019).....	19
Ilustración 12: Estudiantes de la carrera de BTP en Innovación y desarrollo agroforestal realizan práctica de establecimiento de vivero tecnificado, Red ITC.	20
Ilustración 13: Orientación de viveros según zonas climáticas	21
Ilustración 14: Estructura de la flor dicotiledónea, Intef Sf	28
Ilustración 15: Esquema del proceso de polinización (Ecología verde 2024).	28
Ilustración 16: Semilla con emergencia biembrional (Sweet Seeds 2024).	29
Ilustración 17: Cultivo de caña representativo de rizoma definido (Villaverde 2018).	31
Ilustración 18: Cultivo de jengibre representativo de rizoma indefinido (Villaverde 2018).	31
Ilustración 19: División de rizoma de espada de san miguel para Propagacion (Shutterstock s.f.).	31
Ilustración 20: Estructura vegetativa tipo cormo lista para siembra (FHIA 2024).	32
Ilustración 21: Desinfección de cormos para siembra de vivero (FHIA 2024).	32
Ilustración 22: Vivero de plátano (FHIA 2024).	32
Ilustración 23: Acodo aéreo terminado en proceso de enraizamiento (INIA 2024)....	33

Ilustración 24: Acodo simple terminado en proceso de enraizamiento (INIA 2024)	33
Ilustración 25: Acodo de trinchera en proceso de enraizamiento (INIA 2024)	33
Ilustración 26: Planta con desarrollo de hijuelos en la base de tallo (INIA 2024)	34
Ilustración 27: Multiplicación por estacas en camas de Propagacion (INIA 2024)	34
Ilustración 28: Ilustración. Multiplicación in-vitro con brotes apicales (INIA 2024)	34
Ilustración 29: Alumno de la Red ITC Realizando injerto en aguacate (Red ITC 2024)	35
Ilustración 30: Recolección de yemas (Méndez Ibáñez s.f.)	36
Ilustración 31: Manejo y traslado seguro de yemas para evitar su deshidratación (Méndez Ibáñez sf)	36
Ilustración 32: Injerto de corona terminado (Méndez Ibáñez s.f.)	36
Ilustración 33: Practica de corte al patrón de injerto (Méndez Ibáñez s.f.)	37
Ilustración 34: Colocación de cubierta de cinta plástica para protección del injerto (Méndez Ibáñez s.f.)	37
Ilustración 35: Realización de cortes o incisiones para inserción de injerto de chapa (Méndez Ibáñez s.f.)	37
Ilustración 36: Resultado final de la corteza de la variedad a injertar en enhape	38
Ilustración 37: Resultado de la inserción de la corteza enhape en el patrón de injerto (Méndez Ibáñez s.f.)	38
Ilustración 38: Corte de lengüeta en patrón para injerto de chip (Méndez Ibáñez s.f.)	38
Ilustración 39: Corte de escudete para realizar técnica de injerto de chip (Méndez Ibáñez s.f.)	39
Ilustración 40: Inserción del escudete en el patrón de injerto (Méndez Ibáñez s.f.)	39
Ilustración 41: Inserción en T en la planta patrón para realización de injerto.	39
Ilustración 42: Escudete de la planta a injertar	40
Ilustración 43: Injerto escudete completo (Mendez Ibañez s.f.)	40
Ilustración 44: Estratificación al calor	44
Ilustración 45: Estratificación al frio (Guía de viveros s.f.)	44
Ilustración 46: Estratificación al frio (Guía de viveros s.f.)	45
Ilustración 47: Bancal aéreo (INT, 2016).....	45
Ilustración 48: Bancal al aire libre (INT, 2016).....	46
Ilustración 49: Ventajas de los semilleros (UCCL 2017)	46
Ilustración 50: Bandeja de poliestireno para siembra indirecta (Infoagro, 2024).....	49
Ilustración 51: Partes de una semilla	51
Ilustración 52: Procesos de germinación de la semilla.....	52
Ilustración 53: Diferentes semillas seleccionadas.....	52
Ilustración 54: Ejemplo de semillas sanas y de buena calidad.	53
Ilustración 55: Siembra directa de semillas.	53
Ilustración 56: Trasplante o siembra indirecta. Manual establecimiento de cultivos.....	54
Ilustración 57: Trasplante a raíz desnuda y pilón. Manual establecimiento de cultivos.....	54
Ilustración 58: Distancias de siembra entre planta y entre surco.	54
Ilustración 59: Niveles de Clasificación taxonómica.	56
Ilustración 60: Proceso de la fotosíntesis en las plantas. Fisiología vegetal 2022.....	57
Ilustración 61: Influencia de la T° en el desarrollo de las plantas.....	59
Ilustración 62: Etapas del ciclo del agua. Bioenciclopedia 2023	59
Ilustración 63: Medición de humedad relativa en parcela. Nutricontrol 2020	61
Ilustración 64. fertilización siguiendo las 4R, CRS, s.f.....	65
Ilustración 65: Sistema de riego por aspersión.	67
Ilustración 66: Estudiantes del instituto Salomón Sorto Zelaya instalando sistema de riego por goteo. (Fuente: Red ITC).....	67
Ilustración 67: Componentes de un sistema de riego por goteo	68
Ilustración 68: Riego por gravedad.	69
Ilustración 69: Riego por inundación.	69
Ilustración 70: Ejemplo de drenaje en parcela.	70
Ilustración 71: Clasificando y empacando frutas en una instalación postcosecha. Agronoblog 2024	71
Ilustración 72: diagrama de actividades postcosecha (Villamil, s.f.).....	72
Ilustración 73: Plagas y enfermedades en cultivos. (Fuente: Infoagro)	75

Ilustración 74: Síntomas de plagas en la planta. (Fuente: Infoagro)	75
Ilustración 75: Proceso para establecer MIP. Rivera 2017	79
Ilustración 76: Ciclo de toma de decisiones para implementar el MIP.	80
Ilustración 77: Ejemplo de fenología del cultivo de papa.....	80
Ilustración 78: Muestreo y monitoreo de plagas. (Fuente: Infoagro).	80
Ilustración 79: Asocio de cultivos. (Fuente: La huerta)	81
Ilustración 80: A) Preparación suelo. B) Manejo malezas. C) Manejo residuos vegetales.	82
Ilustración 81: Trampa Amarilla Pegajosa	82
Ilustración 82: Liberación de microabispas. (Fuente: INIA2022).....	82
Ilustración 83: Aplicación de control químico en cultivos.	83
Ilustración 84: Tipos de polinización. (Fuente: Educación ambiental).	86
Ilustración 85: buenas prácticas agrícolas	87
Ilustración 86: Rotación de cultivos. (Fuente: Plat5aforma ecológica).	87
Ilustración 87: Tipos de abonos orgánicos.	88
Ilustración 88: Semillas criollas.	88
Ilustración 89: Instalaciones de sistema acuapónico. Red ITC-CEMG San José.....	92
Ilustración 90: Ciclo de la Acuaponía, Rodrigo 2021.	92
Ilustración 91: Visita a instalación de sistema acuapónico, Red ITC-CEMG San José.	93
Ilustración 92: diseño a baja escala de sistema lechos de sustrato, Condarle (2015).....	94
Ilustración 93: diseño a baja escala de sistema lechos de sustrato, Condarle (2015).....	94
Ilustración 94: Ilustración de sistema hidropónico, técnica NFT. Condarle (2015)	98
Ilustración 95: esquema de Aeropónia. Vergara (2024),	98
Ilustración 96: Estudiantes de la EAPO en proceso de preparación de suelo para cultivo bajo invernadero, Red ITC proyecto PRONADER- EAPO 2022.	100
Ilustración 97: cultivo bajo invernadero tipo sierra. Villaseñor (2024)	101
Ilustración 98: cultivo bajo macro túnel. Villaseñor (2024)	101
Ilustración 99: establecimiento de cultivo bajo estructura de casa malla, Red ITC. Finca Modelo, San Francisco, Ocotepeque.	102
Ilustración 100: Diseño de casa malla tipo techo plano, Ramírez (2022)	105
Ilustración 101: casa malla con techo a 2 aguas, Ramírez (2022)	105
Ilustración 102: casa malla modelo de techo curvo. Ramírez (2022)	105
Ilustración 103: preparación de suelo para cultivo de tomate en macro túnel, RED ITC-Inst. La Virtud, 2024... 105	105
Ilustración 104: Estructura de un micro túnel, infoagronomo 2022.....	107

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola y forestal busca que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades para implementar prácticas agrícolas y forestales que promuevan el uso eficiente de los recursos naturales, la conservación del medio ambiente y el equilibrio ecológico. Se enfoca en la adopción de técnicas sostenibles como el manejo integrado de cultivos, la agroforestería, la conservación del suelo y el agua, y la diversificación productiva, fomentando a la vez la responsabilidad social y ambiental en sus actividades productivas.

El espacio curricular aborda las técnicas y prácticas esenciales para la planificación, establecimiento, mantenimiento y cosecha de cultivos agrícolas. Se centra en optimizar la productividad mediante el uso adecuado de recursos, la aplicación de métodos sostenibles, y el manejo integrado de plagas y enfermedades, promoviendo la conservación del medio ambiente y la rentabilidad del sistema agrícola.

El desarrollo de los contenidos del espacio curricular de Manejo de cultivos I está orientado a proporcionar a los estudiantes una comprensión general de las técnicas básicas para el establecimiento, cuidado y producción de cultivos agrícolas. Cada sección incluye información detallada sobre los procedimientos, normas, equipos y buenas prácticas necesarias para realizar el establecimiento de sistemas agrícolas y forestales eficientes. A través de este espacio curricular, se busca fortalecer las habilidades prácticas y el conocimiento teórico necesarios para mejorar la productividad agrícola y fomentar la conservación de los recursos naturales.

Además de los contenidos teóricos y prácticos, en este espacio curricular se incluyen actividades sugeridas en el manual, diseñadas para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes mediante experiencias aplicadas y contextualizadas. Estas actividades permiten la integración de conocimientos y habilidades en escenarios reales o simulados, fomentando el desarrollo de competencias específicas. La evaluación se lleva a cabo de manera continua y formativa, considerando el desempeño en las actividades propuestas, la aplicación de conceptos aprendidos, y la participación activa en el proceso, garantizando así un aprendizaje integral y significativo.

UNIDAD DE COMPETENCIAS: Desarrollar procesos de producción agrícola y forestal de manera sostenible

HORAS DEL ESPACIO CURRICULAR: 160 horas

RESULTADOS DE APRENDIZAJE:

- RA1. Valorar la importancia económica de los cultivos agrícolas y Forestales existentes en Honduras a través de un proceso de investigación.
- RA2. Establecer viveros agrícolas y forestales, considerando la condición agroecológica y el estudio de mercado.
- RA3. Realizar técnicas de propagación de plantas agrícolas y forestales, mediante procesos de tratamiento de semillas y establecimiento de bancales.
- RA4. Producir cultivos agrícolas y forestales aplicando técnicas de manejo.
- RA5. Aplicar manejo integrado de plagas (MIP) en cultivos agrícolas y forestales tomando en cuenta las normativas y protocolos sanitarios.

La Introducción al Establecimiento de Cultivos Agrícolas y Forestales tiene como objetivo proporcionar los conocimientos básicos para la correcta siembra y manejo de cultivos tanto agrícolas como forestales. Se abordarán los principios fundamentales relacionados con la preparación del terreno, la selección de especies adecuadas y las prácticas de mantenimiento esenciales para asegurar el desarrollo óptimo de los cultivos. Esta unidad es clave para entender los factores que influyen en la productividad y sostenibilidad.

1.1 Cultivos agrícolas y forestales

Los cultivos agrícolas y forestales se refieren a la producción y manejo de especies vegetales con fines de alimentación, industria, conservación ambiental y aprovechamiento de recursos naturales. Los cultivos agrícolas comprenden plantas domesticadas para la obtención de granos, frutas, hortalizas y fibras, mientras que los cultivos forestales incluyen especies maderables y no maderables destinadas a la reforestación, la producción de madera y otros productos ecosistémicos. Ambos tipos de cultivos requieren prácticas agronómicas y silvícolas especializadas para su óptimo desarrollo y sostenibilidad (FAO, 2021).

1.2 Sistemas agrícolas y forestales.

Los sistemas agrícolas forestales son prácticas que combinan cultivos agrícolas con árboles o vegetación forestal, promoviendo la biodiversidad y la sostenibilidad. Estos sistemas integran recursos naturales para mejorar la productividad, conservar el suelo, regular el clima y aumentar la resiliencia ante cambios ambientales. Además, fomentan la economía rural al generar múltiples beneficios ecológicos y socioeconómicos.

1.2.1 Sistemas agrícolas.

Los sistemas de producción agrícola consisten en un conjunto de técnicas, recursos, tecnologías y mano de obra cuyo objetivo es la producción de uno o más cultivos. Así pues, cada mecanismo de producción cuenta con características que lo hacen perfecto ante determinadas necesidades y tipos (Sistemas agrícolas, 2023).

En efecto, los sistemas agrícolas son los principales medios de provisión de alimentos en el mundo, por lo tanto, la estructuración, así como la evolución de estos sistemas, es fundamental para la seguridad nutricional de la población (Sistemas agrícolas, 2023).

Para hacer posible la producción de alimentos, se han estructurado diferentes sistemas de producción, algunos sumamente mecanizados y tecnológicos, otros más tradicionales y basados en prácticas sustentables (Sistemas agrícolas, 2023).

Los sistemas agrícolas se clasifican en:

- **Agricultura intensiva.**

Este sistema consiste en la base de la industria agrícola, pues permite satisfacer la alta demanda de alimentos de la población actual. Así pues, la metodología busca sacar el máximo provecho de las superficie y de los recursos agrícolas disponibles, apoyándose en la tecnología, los recursos técnicos y en las sustancias químicas, como fertilizantes (Sistemas agrícolas, 2023).

Hoy en día, la agricultura intensiva asume el reto de incluir las nuevas tecnologías para optimizar los procesos de producción y, al mismo tiempo, encontrar el equilibrio entre el incremento del volumen de cosecha y la conciencia ambiental (Sistemas agrícolas, 2023).

- **Agricultura extensiva.**

A pesar de ser más sustentable, es prácticamente imposible aplicar la agricultura extensiva para aumentar la producción de agronegocios o fincas con fines industriales, heredada de generaciones de siglos anteriores, posibilita desarrollar metodologías, así como flujos de trabajo en pro del equilibrio entre la eficiencia y la sostenibilidad. Asimismo, promueve el uso adecuado de recursos naturales a largo plazo, con la finalidad de garantizar el futuro de la industria y de la producción (Sistemas agrícolas, 2023).

Así pues, podemos decir que este sistema de producción agrícola favorece el desarrollo de los cultivos, aprovechando las bondades naturales, las extensiones de tierra disponibles y las características del suelo mediante la utilización de abonos y compuestos orgánicos (Sistemas agrícolas, 2023).



Ilustración 1: Estudiantes de la carrera de BTP en innovación y desarrollo agroforestal realizan prácticas de manejo en cultivo intensivo de sandía, Red ITC.



Ilustración 2: Parcelas de cultivos agrícolas extensivas con implementación de maquinarias para realización de labores de manejo, Infoagro

- **Agricultura de conservación.**

Este sistema solamente se desarrolla cuando se aplican técnicas y principios que mejoren y conserven los recursos naturales, principalmente, el suelo. Por lo tanto, es una vertiente de la agricultura sustentable, gracias al enfoque sostenible, este sistema productivo modifica mínimamente la mecánica con la finalidad de estimular la calidad nutricional, la biodiversidad y la disponibilidad de superficie para la explotación agrícola a largo plazo (Sistemas agrícolas, 2023).

Uno de los principios de la agricultura de conservación es mantener el suelo cubierto con componentes orgánicos, como residuos de cultivo. Otro aspecto importante es que promueve la diversificación de especies en los ciclos de producción mediante secuencias y variaciones de cultivos (Sistemas agrícolas, 2023).

- **Monocultivos.**

El sistema de monocultivos fomenta la estandarización de los flujos de trabajo, así como de las diversas fases de gestión de los cultivos. Por lo cual, es sinónimo de practicidad, gran volumen de cosechas y productos de excelente calidad, básicamente, los monocultivos se definen como plantaciones de apenas una especie extremadamente usada en el entorno de la agricultura extensiva. Para obtener éxito, este sistema prioriza el control de plagas, la fertilización y otras medidas claves en los ciclos de producción (Sistemas agrícolas, 2023).

- **Policultivos.**

Consiste en un tipo de agricultura que trabaja varios cultivos en una misma superficie, mimetizando de cierto modo la diversidad de los ecosistemas herbáceos naturales y evitando la sobrecarga de las tierras agrícolas, considerado como uno de los principios de la permacultura, el policultivo incluye prácticas como la rotación de cultivos, cultivos intercalados, cultivos múltiples y siembra en callejones (Sistemas agrícolas, 2023).



Ilustración 3: Estudiantes de la carrera de BTP en innovación y desarrollo agroforestal, realizando prácticas de incorporación de materia orgánica al suelo, Red ITC.



Ilustración 4: Cultivo de frijol como monocultivo, Infoagro.



Ilustración 5: Establecimiento de una parcela de hortalizas diversificada, implementando el sistema de policultivos, Contexto ganadero.

Es importante mencionar que la variedad ayuda a evitar la susceptibilidad a las plagas, situación que lo hace más eficiente en materia de control de enfermedades frente al monocultivo (Sistemas agrícolas, 2023).

- **Agricultura de precisión.**

La agricultura de precisión es una estrategia que recaba, procesa y analiza detenidamente datos espaciales, temporales e individuales con la finalidad de optimizar y agilizar la toma de decisiones, para obtener la información en tiempo real y generar insights poderosos que ayuden a mejorar la calidad de los cultivos, adopta un amplio conjunto de tecnologías que incluye sistemas GPS, sensores e imágenes, así como sistemas de información geográfica y aprendizaje automático (Sistemas agrícolas, 2023).

Además, de aumentar la probabilidad de alcanzar resultados financieros exitosos, la agricultura de precisión disminuye los costos de producción y permite obtener una visión holística sobre la eficiencia de los cultivos, la información recopilada se puede utilizar para evaluar con mayor precisión las densidades de plantación óptimas, estimar los niveles de entrada apropiados y pronosticar con mayor precisión los rendimientos de los cultivos. (Sistemas agrícolas, 2023).

- **Agroecología.**

La base de la agroecología es la utilización de los procesos ecológicos en los sistemas productivos alimentarios, ya sean agrícolas, forestales o ganaderos. Así pues, este sistema combina valores ecológicos y sociales, el principio subyacente es la biodiversidad, mediante la cual se pueden restaurar y mejorar las funciones ecológicas que sustentan la resiliencia ecológica y social de los sistemas de producción (Sistemas agrícolas, 2023).



Ilustración 6: Implementación de tecnologías para mejoras de productividad en los cultivos, Universidad Agrícola.



Ilustración 7: Huertos ecológicos familiares, Universidad del ambiente.

Condiciones o prácticas necesarias para los sistemas de explotación agrícola.

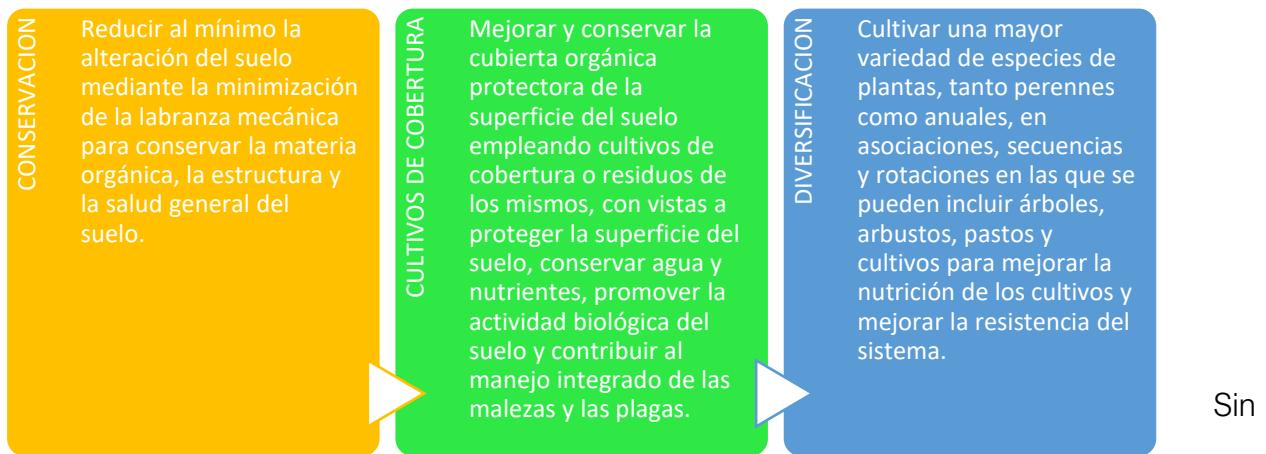


Ilustración 8: Condiciones o prácticas necesarias para los sistemas de explotación agrícola (Helvetas & Red ITC, 2014).

embargo, para conseguir la intensificación sostenible necesaria para incrementar la producción de alimentos, es necesario que tales prácticas se acompañen de otras cuatro prácticas de gestión, tales como:

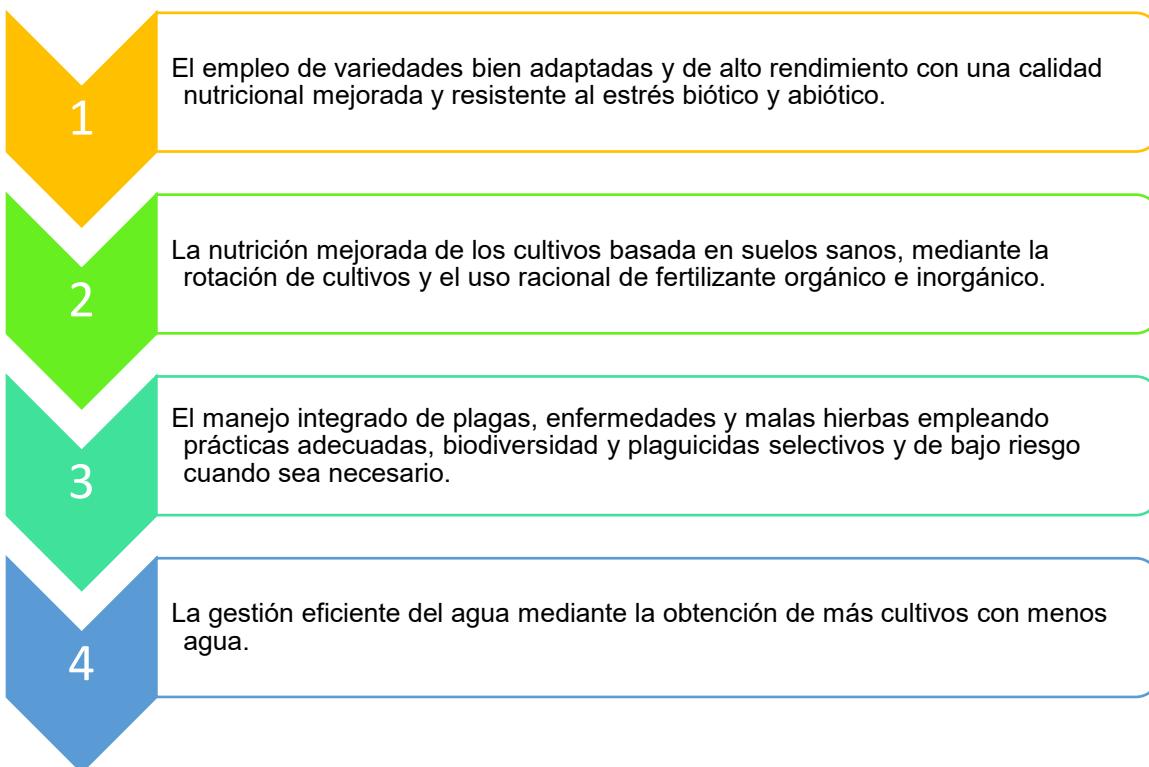


Ilustración 9: Prácticas de gestión para sistemas agrícolas (Helvetas & Red ITC, 2014).

1.2.2 Clasificación de los cultivos.

Existen diversas formas de clasificar los cultivos, dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Por su familia botánica: solanácea (tomate, chile, berenjena), cucurbitácea (pepino, sandía, melón), crucífera (rábano), etc.
- Por su parte comestible: raíz (yuca, zanahoria), tallo (esparago), hoja (repollo), flor (coliflor), fruto (tomate) y bulbo (cebolla).
- Por su hábito de crecimiento: rastrero (ayote) y trepador (patate).
- Por su naturaleza y clima: de clima cálido, frío y templado.
- Por su durabilidad: anuales (maíz, frijol, trigo), bianuales (piña, papaya, fresa) y perennes (frutales como cítricos, aguacate etc) (Helvetas & Red ITC, 2014).

1.2.3. Cultivos de importancia económica con fines de exportación.

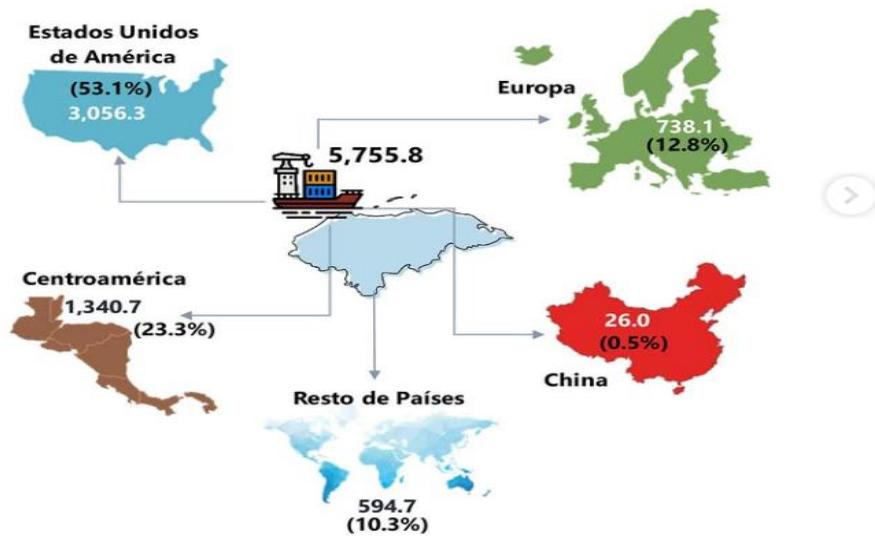
De acuerdo al programa de inversiones del gobierno de Honduras, los agros negocios y sus subsectores relacionados, representan 40% del Producto Interno Bruto (PIB) del país (Helvetas & Red ITC, 2014).

Según informes del Gobierno de la República, el clima tropical permite la producción agrícola todo el año, garantiza el cultivo de una serie de rubros que incluyen leche y derivados, pescado y camarones, una amplia variedad de frutas y vegetales, azúcar, cacao, café y banano. Además, los bajos costos de la tierra, salarios competitivos y cerca de 300 millones de consumidores en Estados Unidos (principal socio comercial) adicional a México y Canadá, representan algunas ventajas para los inversionistas (Helvetas & Red ITC, 2014).

En los últimos años su crecimiento ha sido débil y volátil, con baja productividad y poca competitividad; algunos rubros como ser: melón, palma africana, avicultura, acuicultura, caña de azúcar y piña, muestran un fuerte dinamismo y en ellas se ha logrado cierta diversificación. El superávit comercial agropecuario ha declinado, a raíz del débil aumento de las exportaciones y la elevación considerable de las importaciones agroindustriales y de granos (Helvetas & Red ITC, 2014).

Los rubros de mayor peso en la conformación del PIB agropecuario son:

- Café.
- Cultivos de tubérculos, hortalizas, legumbres y frutas.
- Ganado vacuno.
- Banano.
- Otros cultivos agroindustriales.
- cítricos, azúcar (Helvetas & Red ITC, 2014).



BCH

Ilustración 10: Proyecciones anuales 2024 de exportaciones FOB por principales destinos (Banco Central de Honduras).

1.2.4. Sistemas forestales.

La clasificación del uso actual del suelo que se presenta a continuación es la misma que el ICF autoriza en la actualidad para la elaboración de los planes de manejo, y contiene tres partes: La primera, divide el uso actual del suelo en clases generales (tipos de bosque y otros usos), y las últimas dos se refieren específicamente a rodales de pinares. Como se podrá ver, las clases de pinos son una combinación de clases de edad, con subclases de densidad y tipos de tratamientos que deberán aplicarse (Alvarado Rivera & Juergens , 2014).

Definición de bosque.

Es una asociación vegetal natural o plantada, en cualquier ciclo natural de vida, dominada por árboles y arbustos o una combinación de ellos de cualquier tamaño con una cobertura de dosel mayor a 10%, que con o sin manejo, es capaz de producir madera, otros productos forestales, bienes y servicios ambientales, ejercer influencia sobre el régimen de aguas, el suelo, el clima y proveer hábitat para la vida silvestre, y que tiene una densidad mínima de 1,200 (un mil doscientas) plantas por hectárea (Alvarado Rivera & Juergens , 2014).

1.2.5. Clasificación de los sistemas forestales.

El manejo forestal se lleva a cabo a diferentes escalas, que deben de ser consideradas en la definición de niveles jerárquicos para la caracterización y clasificación de hábitats. En esta propuesta metodológica consideramos cuatro niveles jerárquicos que corresponden a distintas escalas de representación cartográfica o de observación en el terreno:

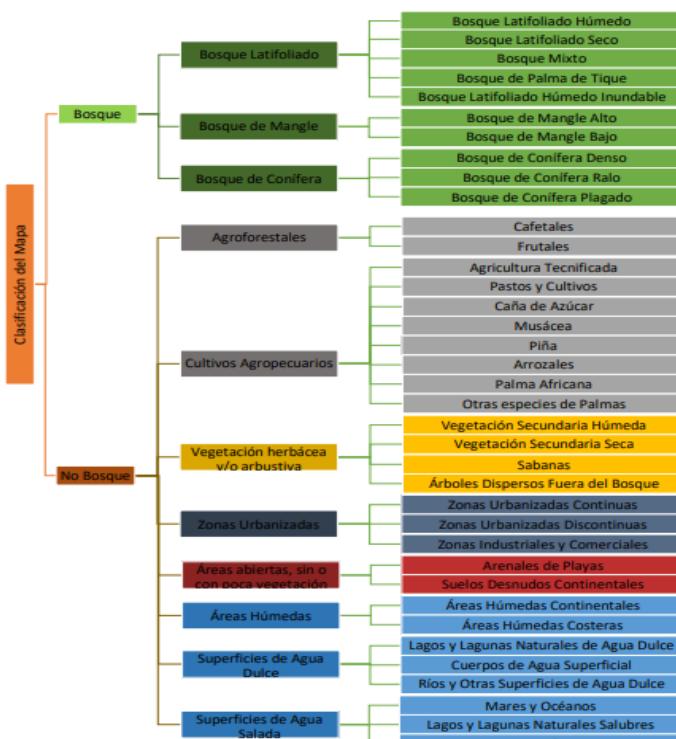


Ilustración 11: Esquema de clasificación de sistemas forestales (ICF, 2019).

1.2.6. Relación entre sistemas Agrícola – forestal para mejoras de producción.

Un Sistema Agroforestal es un manejo combinado de los componentes forestales y agropecuarios, cuyo objetivo es diversificar la producción, reducir la agricultura migratoria, aumentar la materia orgánica en el suelo, fijar nitrógeno atmosférico, reciclar nutrientes, modificar el microclima y optimizar la producción del sistema, respetando el principio de rendimiento sostenido. Los SAF representan un gran potencial como estrategia de rehabilitación de tierras degradadas evitando la erosión suelo, contribuyendo a la seguridad alimentaria nutricional y a la mitigación del cambio climático mediante su función de sumidero de CO₂ (Martinez Ramirez , 2016).

Nair (1985) clasifica los SAF según su estructura y composición vegetal agrupándolos en: Sistemas Agro silviculturales: uso de la tierra para la producción secuencial concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos. Sistemas silvopastoriles: sistemas de manejo de la tierra

que combina árboles y pasturas para la producción de madera, alimento, forraje y para la crianza de animales domésticos. Sistemas agrosilvopastoriles: producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y la crianza de animales domésticos (Martinez Ramirez , 2016).

1.3 Viveros agrícolas y forestales.

Un semillero o vivero permite plantar, germinar, madurar y endurecer todo tipo de plantas,

Cuenta con un área de terreno preparada y acondicionada para colocar las semillas y que germinen en las mejores condiciones, hasta que la planta esté lista para el trasplante. Para el cultivo de semillas se instalan **invernaderos** debido a que los requerimientos climáticos son elevados en los primeros estadios de desarrollo, por lo que el control del clima resulta imprescindible (NOVAGRIC, 2024).



Ilustración 12: Estudiantes de la carrera de BTP en Innovación y desarrollo agroforestal realizan práctica de establecimiento de vivero tecnificado, Red ITC.

Existen tres tipos de semilleros o viveros en función del tipo de plantas que producen:

- **Viveros agrícolas:** producción de frutales.
- **Viveros forestales:** producción de árboles para repoblación o jardinería.
- **Viveros ornamentales:** producción de plantas para jardinería.

También se pueden clasificar en:

- Viveros de producción de esquejes o plantines, ya sea a partir de esquejes o semillas.
- Viveros de producción de plantas. Pueden ser forestales, frutales y ornamentales.

1.3.1 Viveros forestales.

Los viveros forestales producen especies destinadas a la producción maderera, para cortinas, montes y arbolado público. Ejemplo Eucaliptos, pinos, casuarinas, olmos, plátanos, álamos, fresnos, acacias, palo borracho, ceibo, timbo, anchico, entre otros.

1.3.2 Viveros de frutales.

Los viveros de frutales están dedicados a la producción de especies destinadas a obtención de frutas de diferentes tipos. Ejemplo: Perales, durazneros, ciruelos, vides, damascos, manzanos, almendros, nueces.

1.3.3 Viveros de ornamentales.

Los viveros ornamentales están destinados a producir plantas de interior y exterior con fines de ornamento o embellecimiento de espacios como parques y jardines. Ejemplo: Los hay de

plantas con flor (claveles, rosales, petunia, alegría del hogar, etc...), plantas de interior (helechos, dracenas, difembachias, palo de agua), arbustos (glicina, jazmín, camelias, buxus, etc...) (Heiland, et. al).

1.3.4 Zonas de un vivero.

Para el correcto crecimiento de las plantas es fundamental contar con zonas independientes y con un buen control climático para adecuarlo a las necesidades del cultivo durante su crecimiento (NOVAGRIC, 2024).

1.4 Ubicación del vivero planificación, condiciones generales, herramientas y costos.

Antes de empezar el primer paso en la construcción del vivero es la selección del sitio, la ubicación del vivero.

1.4.1 Consideraciones para ubicación de vivero.

- Orientación del vivero:** La orientación debe ser escogida de manera que permita la mayor captación de energía solar en el período invernal; en general es preferible la orientación N – S para una radiación solar incidente uniforme a lo largo del día. La mínima superficie expuesta a los vientos desfavorables. Con respecto a la exposición del invernáculo a los vientos desfavorables, si la orientación escogida a favor de la radiación supone una gran superficie eficaz a los vientos, debe evitarse la colocación de puertas y ventanas en esa dirección y asegurar una barrera de protección (Heiland, et. al.).
- Características del terreno:** Deben preferirse sitios bien protegidos de los vientos, sin sombra naturales sobre la superficie de producción. Superficie plana y con buen drenaje y escurrimiento. Al elegir el sitio para instalar el vivero, conviene recordar que una cortina forestal bien ubicada protege al suelo y al cultivo de la desecación y de los daños que produce el viento (Heiland, et. al.).
- Acidez del suelo:** Independientemente del método de propagación que se emplee dentro del vivero (raíz desnuda, almácigos o envases individuales) es importante verificar que tan ácido o básico es el suelo (pH), su textura y fertilidad para los requerimientos de la especie que se va a propagar. El pH se encuentra muy relacionado con el contenido de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes necesarios para el buen desarrollo de las plantas; por esto, el rango de pH más

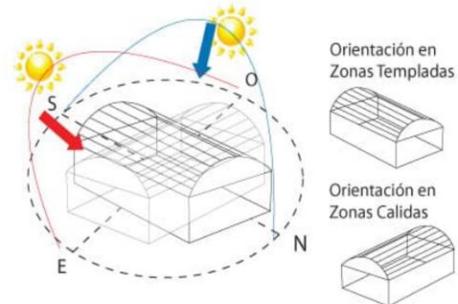


Ilustración 13: Orientación de viveros según zonas climáticas

recomendable es de neutro ($\text{pH}=7$) a ligeramente ácido ($\text{pH}=6.5$) o ligeramente alcalino ($\text{pH}=7.5$) (Heiland, et. al).

- **Disponibilidad del agua:** Este es uno de los temas también críticos, para esta producción. Los viveros necesitan un suministro de agua abundante y constante, ya que las plantas que se producen se encuentran en pleno desarrollo y un inadecuado abastecimiento podría provocar incluso la muerte por marchitamiento.
- **Textura del suelo:** los suelos arenosos, por ejemplo, retienen menos la humedad, por lo tanto, deben regarse con mayor frecuencia, pero con menor cantidad de agua. En cambio, los suelos de textura más fina necesitan riegos más espaciados pero mayor cantidad de agua en cada riego (Heiland, et. al).
- **Calidad del agua:** es importante analizarla para tener la seguridad de que tiene bajo contenido de sales. Cuando los contiene calcio y magnesio son altos (agua dura) ayuda a crear en el suelo una buena estructura. En cambio, el agua que tiene gran cantidad de sodio y bajos contenidos de calcio y magnesio provoca que la arcilla y la materia orgánica del suelo absorban rápidamente el sodio (Heiland, et. al).
- **Destino de la producción:** También debemos tener en cuenta como se comercializará la producción: a qué mercado se destinará, como será la logística, etc (Heiland, et. al).

1.4.2 Consideraciones para construcción de vivero.

- **Demandas de plantines:** cuando el destino de la producción es satisfacer la demanda de la propia empresa, podemos definir rápidamente qué cantidad de plantas producir cada año. cuando el destino es la venta de plantas, se debe realizar un relevamiento en la zona sobre las empresas forestadoras existentes, la superficie que forestan anualmente, la demanda actual de superficie a forestar, el origen de las plantas que utilizan (Heiland, et. al).
- **Disponibilidad del terreno:** Para calcular la superficie necesaria para producir una determinada cantidad de plantas se parte de la base de que en $1,5 \text{ m}^2$ se cultivan entre 100 y 120 plantas, esto es considerando el cantero y el pasillo entre dos canteros. Como se trata de un cultivo bianual esta superficie se duplica. Esto significa que necesitamos superficie para los canteros de plantas de 1 año y superficie para los canteros de plantas de 2 años (Heiland, et. al).

1.5 Herramientas y sus funciones

Materiales para elaboración de un vivero de 20 m X 5.40 m			
No.	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Tubo Redondo de Hierro Galvanizado Ø 2"	Lance 6m	5.33
2	Tubo Redondo de Hierro Galvanizado Ø 1"	Lance 6m	20.00

3	Varilla de Acero Textura Corrugada Ø3/8" Legitima	Lance 9m	0.50
4	Electrodo E-7018 Ø1/8"	Libra	2.00
5	Anticorrosivo Color Plata	Gal	0.13
6	Thinner	Gal	0.13
7	Ladrillo Rústico de Barro (28x14x7 cm.)	Unidad	467.00
8	Cemento Gris Tipo Portland	Bolsa	14.00
9	Arena de Río Lavada	M3	1.00
10	Grava Triturada 3/4"	M3	2.00
11	Aqua Limpia	M3	0.40
12	Malla Tipo Sarán de 7m de Ancho	M.L.	21.00
13	Plástico Color Oscuro 1.22m de Ancho	M.L.	60.00
Equipo y herramientas			
1	Tractor de 40 Hp (Según la escala de produccion)	Equipo	1
2	Desmalezadoras o cortadoras de pasto	Equipo	2
3	motoniveladora	Equipo	1
4	Palas	Herramienta	1
5	Piochas	Herramienta	4
6	Rastrillos	Herramienta	2
7	Azadones	Herramienta	4
8	Carretillas	Herramienta	2
9	Regaderas	Herramienta	6
10	Tijeras de podar	Herramienta	4

Tabla 1. Materiales para elaboración de un vivero de 30 m X 5.40 m.

(Heiland, et. al).

1.6 Costos de producción

Tabla 2. Costos de construcción de viveros y bancales (Peñalva Morales, 2023).

No	Actividad	U/M	Cantidad/ha	Precio unitario	Costo Total
	Construcción de bancales artesanales				
Sub tema 1	Diseño y construcción de vivero (limpieza y nivelado de terreno, construcción de bancales, enramada/sombra, siembras de semillas, mantenimiento de plantas, riego y otras)	Planton	1111.00	L 3.00	L 3,333.00
	Acarreo de sustrato (vol. de 0.000695 m3/bolsa y costo de L 600.00 por m3 de sustrato y luego el costo total traducido a D/H)	Planton	1111.00	L 0.45	L 499.95
	Llenado de bolsa (3.5"x 6") en vivero	Planton	1111.00	L 0.45	L 499.95
	Costo 1			L 3.90	L 4,332.90

Tabla 3. Tabla de costos de insumos de vivero.

	Compra de insumos	U/M	Cantidad/ha	Precio unitario	Costo Total	Observaciones
	Semilla	Planton	1111.00	L 2.00	L 2,222.00	
	Costo 2				L 2,222.00	
	Fertilizantes					
	Estiercol	TM	2.00	L 1,000.00	L 2,000.00	
	Urea	Bolsa (50 Kg)	2.00	L 250.00	L 500.00	
	Superfosfato triple de Ca	Bolsa (50 Kg)	2.00	L 250.00	L 500.00	
	Sulfato de Potasio	Bolsa (50 Kg)	2.00	L 250.00	L 500.00	
Sub tema 2	Plaguicidas					
	Herbicidas	Bolsa (1kilo)	2.00	L 250.00	L 500.00	
	Hongos					
	Micorriza	Bolsa (50Kgs)	3.00	L 100.00	L 300.00	
	Insecticidas					
	Stermin	Frasco(Litro)	3.00	L 250.00	L 750.00	
	Adherente					
	Citowett	Frasco(litro)	2.00	L 150.00	L 300.00	
	Costo 3				L 5,350.00	

Tabla 4. Costos de mano de obra en un vivero y total de costos de producción de un vivero.

	Mano de obra	U/M	Cantidad/ha	Precio unitario	Costo Total
	PREP. TERRENO				
	Chapea, junta y quema	Dias /Hombre	6.00	L 450.00	L 2,700.00
	Preparación de hoyos y Aplicación de estiercol	Dias /Hombre	6.00	L 450.00	L 2,700.00
	Costo 4				L 5,400.00
	LABORES CULTURALES				
	Traslado de Plantones	Dias /Hombre	4.00	L 300.00	L 1,200.00
	Plantacion	Dias /Hombre	10.00	L 350.00	L 3,500.00
	2do Abonamiento (octavo mes)	Dias /Hombre	8.00	L 350.00	L 2,800.00
	Control sanitario	Dias /Hombre	4.00	L 350.00	L 1,400.00
	Control de campo	Dias /Hombre	4.00	L 350.00	L 1,400.00
	Costo 5				L 10,300.00
	Otros gastos				
	Fletes de transporte de plantas	Planton	1111.00	L 2.50	L 2,777.50
	Costo 6				L 2,777.50
	Costos indirectos				
	Inversion	Planton	1111.00	L 2.00	L 2,222.00
	Administrativos	Planton	1111.00	L 2.00	L 2,222.00
	Costo 7				L 4,444.00
	Costo total por Hectaria				L 34,826.40
	Costo total por planta plantada				L 31.35

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PERTINENTES SUGERIDAS:

A1. Contestan diagnóstico de conocimientos previos y uso de herramientas y plataformas digitales.

Herramienta	Descripción
Google classroom	Permite ver interactuar y subir información, tareas, videos de YouTube, encuestas de formularios de Google y otros elementos de Google drive.
Zoom Google meet	Facilita la explicación de los contenidos a través de la educación híbrida, haciendo uso de plataformas de fácil acceso, reforzando la información impartida por medio de estas plataformas con video conferencias.
YouTube Coursera Khan Academy	Videos educativos que permite a los estudiantes aprender dentro y fuera del aula, desarrollo de pruebas y cuestionarios. Estas herramientas ofrecen información visual sobre uso de equipo y pasos a seguir en un procesamiento fortaleciendo el aprendizaje obtenido en clase.
Canva Lucidchart Creately Microsoft visio	Permite crear archivos visuales, mapas conceptuales, líneas de tipo entre otros, que fortalecen los contenidos y el aprendizaje del estudiante.
Power point Prezzi Canva	Presentaciones sobre procesos desarrollados o temas de investigación asignados.

A2. Determinan la importancia económica de los cultivos agrícolas y forestales en Honduras, a través del análisis de datos, discusión en grupo.

A3. Clasifican los cultivos agrícolas y forestales de acuerdo a la zona agroecológica.

A4. Elaboran perfil y establece proyecto de vivero de acuerdo al análisis de contexto. (ver anexo 1)

A5. Comprenden de manera integral la función de las herramientas y equipos utilizados en viveros, así como su impacto en diferentes condiciones de trabajo.

A6. Calculan los costos, asociados con la producción de plántulas en vivero.

EVALUACIÓN:

Todas las metodologías serán evaluadas con un sistema de aprendizaje híbrido en cuanto a los temas enfocados a actividades prácticas, temas con temáticas de cálculo serán evaluados según la lógica de los datos y la consistencia de los resultados y en cuanto a documentos informes e infografías serán evaluados con rubricas que detallen normativas de redacción acordes al nivel de la carrera.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

CE1.1. Determina la importancia económica de los cultivos agrícolas y forestales de Honduras.

CE1.2. Clasifica los cultivos agrícolas y forestales de acuerdo al sistema de producción.

CE2.1. Aplica criterios técnicos para el establecimiento de viveros de acuerdo al análisis del contexto tomando en cuenta factores como la disponibilidad de agua, la calidad del suelo y mercado.

CE2.2. Describe la función del equipo y herramientas utilizadas en viveros considerando aspectos como el tipo de suelo, el tamaño de la planta y la intensidad del trabajo.

CE2.3. Calcula los costos, asociados con la producción de plántulas en vivero, incluyendo costos de materiales, mano de obra e insumos según el tipo de producción

CE2.4. Realiza análisis de rentabilidad de la operación del vivero, mediante la comparación de los costos de producción con los ingresos esperados por la venta de plantas y productos relacionados.

METODOLOGIA DE EVALUACIÓN:

Metodología de evaluación	Descripción
A1. Diagnóstico de conocimientos previos.	Uso de herramientas y plataformas digitales de cuestionarios.
A2. Informe	Informe sobre cultivos agrícolas y forestales y su importancia en Honduras, a través del análisis de datos, discusión en grupo, implementando presentaciones digitales de datos.
A3. Infografías	Caracterización de las zonas de honduras de acuerdo a sus factores agroclimáticos y cultivos adaptables a las diferentes zonas, realizando 1 infografía detallada por zona.
A4. Perfil de proyecto	Utilizando formatos de tablas de costos de producción de vivero incluidas en el manual presentar y establecer perfil de proyecto de vivero.
A5. Presentaciones dinámicas	Presentaciones digitales sobre uso e importancia de equipos y herramientas de viveros.
A6. Hojas de calculo	Mediante una base de datos de Excel establecer un análisis de beneficio costo proyectado de un ciclo de vivero de plántulas de un cultivo o Agrícola o forestal.
A7. Hojas de calculo	Base de datos detallada de análisis beneficio costo de un ciclo de producción del vivero establecido en la institución educativa.

PROPAGACION VEGETAL

La propagación vegetal es el proceso de crear nuevas plantas a partir de una variedad de fuentes, como semillas, esquejes, bulbos y otras partes de plantas. Se utiliza en agricultura, horticultura y silvicultura para producir cultivos, jardines y bosque. La propagación vegetal consiste en una serie de técnicas y prácticas diseñadas para fomentar el crecimiento de nuevas plantas a partir de material vegetal preexistente. Estas técnicas varían según el tipo de planta y el método de propagación utilizado.

2.1 Técnicas de propagación de plantas

Las técnicas de propagación de plantas son fundamentales en la producción agrícola y forestal, permitiendo la multiplicación de especies con características deseadas. Estas pueden ser sexuales, mediante semillas, o asexuales, utilizando partes vegetativas como esquejes, injertos o estacas. Su aplicación adecuada mejora la eficiencia productiva y la conservación de recursos genéticos.

2.1.1 Propagación vegetal.

La propagación de plantas se puede realizar de manera sexual a través de las semillas o de manera asexual o vegetativa, por medio de estaquillas, acodos, injertos y micropropagación. La diferencia fundamental entre las dos vías de multiplicación es la obtención de nuevos individuos con caracteres idénticos a la planta madre, en el caso de la reproducción vegetativa o asexual, y la generación de variabilidad genética, en el caso de la reproducción sexual o por semillas.

El método de propagación empleado viene determinado fundamentalmente por la especie a multiplicar y los objetivos establecidos. En los viveros comerciales, la reproducción por vía sexual de diferentes especies hortícolas, ornamentales, forestales y frutales, se realiza mediante el empleo de semilleros (Editorial universidad de sevilla, 2023).

2.1.2 Propagación sexual.

En este apartado vamos a ver cómo se reproducen las plantas sexualmente, donde es imprescindible que se produzca la fecundación del gameto femenino por parte del gameto masculino, lo cual dará lugar a un nuevo ser. Para que esto sea posible es necesario que la planta posea una parte fundamental, la flor, donde encontramos el órgano sexual masculino y el femenino, en el cual se llevará a cabo la gestación de las semillas para el desarrollo de una nueva planta (Intef, s.f.).

Para poder entender y conocer cómo es el proceso reproductivo, es necesario conocer las partes de la flor y cuál es el cometido de cada una de ellas.

La flor tiene unas estructuras protectoras que son el cáliz (sépalos), que protege el órgano sexual femenino y la corola (pétalos) que protegen y rodean tanto los órganos masculinos como femeninos. Los pétalos suelen ser de colores llamativos para atraer a insectos que ayudarán a las plantas en el proceso reproductor y los sépalos suelen ser verdes y algo más duros (Intef, s.f.).

Los órganos sexuales masculinos son los estambres, donde en su parte más alta, la antera, se encuentra el polen, que a su vez porta los gametos masculinos, mientras que el órgano femenino es el pistilo, compuesto por el ovario en la parte más ancha y baja de este, donde se encuentra el óvulo, que es el gameto femenino, y un cuello alargado llamado estilo, que termina en su parte más alta por el estigma. Este conducto alargado es por donde bajará el polen hasta el ovario para fecundar el óvulo (Intef, s.f.).

- La polinización.

El proceso, llamado polinización, consiste en que el polen que se encuentra en los estambres debe llegar al estigma del pistilo. Esto es posible gracias a la acción o bien del viento, que mueve el polen para llevarlo hasta el pistilo de la flor, o bien por la acción de insectos (como las abejas) que se acercan a las flores para recolectar ese polen y poder hacer miel, impregnándose las patas de este y polinizando otras flores al posarse sobre el pistilo. Una vez que el polen llega al estigma del pistilo, baja por el estilo hasta llegar al ovario y se produce la fecundación cuando se unen ambos gametos, polen y óvulo (Intef, s.f.).

Una vez realizada la fecundación se empezará a desarrollar un embrión que se convertirá en una semilla, la flor pierde los pétalos y empieza a agrandarse el ovario convirtiéndose en un fruto, donde la semilla queda recubierta por una zona carnosa llena de nutrientes. Cuando el fruto llega a su máxima maduración caerá al suelo, donde tras el paso del tiempo y con las condiciones correctas, la semilla germinará y dará fruto a una nueva planta (Intef, s.f.).

- La semilla

La propagación por semilla es utilizada en silvicultura para la multiplicación de especies ornamentales. En el caso de especies frutales se emplea en programas de mejoramiento

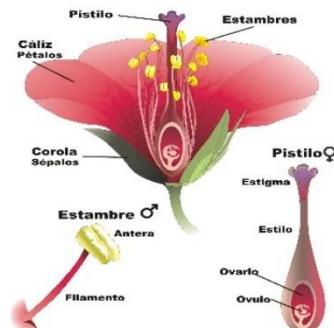


Ilustración 14: Estructura de la flor dicotiledónea, Intef Sf

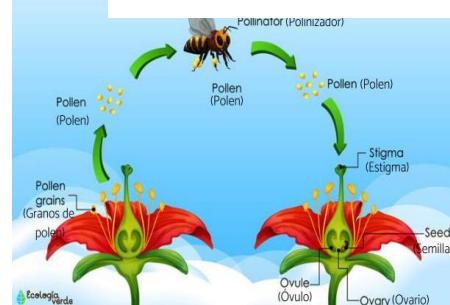


Ilustración 15: Esquema del proceso de polinización (Ecología verde 2024).

genético y multiplicación de patrones fracos. Por semilla se ha propagado un gran número de plantas.

Sin embargo, tiene el inconveniente de una elevada variabilidad del material, siendo no apropiado como sistema de multiplicación para esta especie. La propagación a través de semillas solo tiene interés desde el punto de vista del mejoramiento genético y de la obtención de patrones o portainjertos fracos, los cuales también presentan variabilidad, siendo más apropiado el uso de portainjertos clonales, como ya se ha indicado (INIA, 2024).

Adicionalmente, muchas especies frutales requieren varios años para superar la fase juvenil, improductiva, durante la cual se manifiesta esterilidad y características vegetativas diferentes a las plantas adultas (hojas más pequeñas, corteza menos densa) y por una elevada heterocigosis y por tanto, una variabilidad acentuada en aquellos caracteres de interés agronómico como: forma de frutos, forma de semilla, longitud del involucro, caída libre de los frutos del involucro, vigor, arquitectura del árbol, época de floración y maduración, entre otros.

Además, las plántulas obtenidas a partir de semillas generalmente están libres de virus, debido a que gran parte de las virosis no se transmiten a través de la reproducción (INIA, 2024).

▪ Semillas poliembrionicas

Las semillas derivan de óvulos fecundados, constituidas generalmente por un embrión que con el endosperma o los cotiledones está protegido por el tegumento. En general, cada semilla tiene un solo embrión. No obstante, existen semillas poliembrionicas que derivan de óvulos con dos ovocélulas fecundadas de tubos polínicos diferentes o de la diferenciación de embriones adventicios de tejidos nucelares o tegumentales. Este fenómeno conocido como poliembrionía se presenta en algunas especies frutales tales como avellano, nogal, manzano y especialmente cítricos. De cada semilla poliembrónica se generan más plantas (INIA, 2024).

▪ Metodología de recolección de semilla.

Se realizó un recorrido en campo (isla Agaltepec), para la colecta de frutos de *Malpighia glabra*. Los frutos se obtuvieron de 14 arbustos de acerola, del cual fueron tomados de 15 a 20 frutos por individuo los cuales presentaron características saludables desde el punto de vista biológico (árboles vigorosos).

Durante la colecta se observó que, el periodo fenológico de fructificación se encontraba en fase final. Por lo tanto, sólo se obtuvieron 270 frutos maduros de los 300 considerados, éstos



Ilustración 16: Semilla con emergencia biembrional (Sweet Seeds 2024).

corresponden a 810 semillas (cada fruto está conformado por tres semillas). Posteriormente, a los frutos se les retiró de forma manual el mucílago y las semillas se colocaron en solución captán durante 20 minutos para prevenir el desarrollo de bacterias y hongos (García Hoyos et. al., 2011).

2.1.3 Propagación asexual.

En relación a la reproducción por semilla, la multiplicación agámica presenta la ventaja de producir plantas más homogéneas que entran rápidamente en producción (luego de 3-5 años) y presentan las mismas características de las plantas madres que le dieron origen, salvo que en estas últimas no hayan ocurrido mutaciones de yemas. En tal caso, el material de propagación (yemas) tiene una constitución genética diferente que puede trasmitirse a las plantas propagadas de manera vegetativa. Histológicamente las mutaciones por yema, denominadas también citoquimeras autógenas, pueden ser de cuatro tipos: totales, pericliniales, sectoriales y mericliniales, en relación a la extensión y disposición de los tejidos meristemáticos normales y mutados (INIA, 2024).

- **Fisiopatías de propagación asexual.**

Las mutaciones totales y pericliniales son más estables que las sectoriales y mericliniales de las cuales se originan órganos (con la propagación) y plantas con características diferentes e inestables. En fruticultura, la aparición espontánea de mutaciones ha permitido seleccionar y multiplicar vegetativamente nuevas variedades que se diferencian de aquellas que las han originado, por algunas características como color de fruto y otras vegetativas como vigor y arquitectura de la planta. Sin embargo, las mutaciones pueden ser regresivas y causar la aparición de caracteres negativos. Dichas mutaciones, al no ser eliminadas dentro del ámbito de una determinada variedad pueden conducir a la formación de biotipos con caracteres de bajo valor y diferentes, por lo que la variedad misma ya no presenta homogeneidad genética (INIA, 2024).

Por otra parte, el material de propagación recolectado de plantas madres con virosis transmite esta fisiopatía a las descendencias agámicas, excepto la micropropagación a través de meristemas. En la propagación vegetativa es necesario considerar el principio de la polaridad, es decir, los materiales empleados (estacas, púas) deben conservar la orientación que tenían en las plantas madres. Se ha determinado que invirtiendo la polaridad de dichos órganos vegetativos se disminuye la tasa de multiplicación en los diferentes métodos de propagación vegetativa (INIA, 2024).

- **Propagación por rizoma**

Siendo el tallo una parte de la planta que generalmente asociamos con el sostén de las ramas y hojas, la idea de que el rizoma sea un tallo puede resultar un tanto confuso. Sin embargo, al

leer un poco más, nos daremos cuenta que muchas de las plantas que conocemos y tenemos comúnmente en nuestro huerto, constan de estructuras modificadas. Así es, el rizoma es un tallo modificado.

Pero nos preguntamos ¿para qué sirve el rizoma? -Ya asomamos que es un tallo, y que sirve para propagar a la planta. Pero, además, puede servir de reservorio para el almacenamiento de nutrientes. Así, el tallo se engrosa y se modifica en función de su reserva de nutrientes (Villaverde, 2018).

- **Tipos de rizomas:**

Rizoma definido: Como su nombre lo indica, el «rizoma definido» tiene un crecimiento definido, ya que la yema apical muere cuando emerge próxima a la planta madre dando un vástago aéreo. Los entrenudos son cortos y generalmente gruesos, con abundantes sustancias de reserva, sirviendo para la multiplicación. Un ejemplo de planta con esta forma de rizoma sería el *Arundo donax L.*, o caña de castilla (Villaverde, 2018).

Rizoma indefinido: Tiene entrenudos largos y un crecimiento indefinido caracterizado por que la yema apical no muere. Este, produce una gran cantidad de nuevas plantas en sus nudos y puede originar a su vez nuevos rizomas. Las plantas que presentan este tipo de rizoma, generalmente son especies consideradas como malezas para otros cultivos, tales como *Sorghum halepense* 'sorgo de Alepo' y *Phyllostachys aurea A. et C. Riv.* o "bambú amarillo" (Villaverde, 2018).

Propagación: Cuando hablamos de plantas que se propagan por rizoma, debemos saber que la misma se hace cortando la estructura en varias secciones, cada una de ellas con la capacidad de producir un nuevo brote, nuevas raíces y, por ende, una nueva planta. Al trasplantar cada trozo, los nutrientes almacenados serán destinados al crecimiento de la nueva planta. Los rizomas se dividen al inicio del verano, en el otoño o al principio de la primavera, es preciso que sepas que, si esta división ocurre lo suficientemente temprano en el verano, las secciones de rizomas son capaces de formar raíces y establecerse justo antes del invierno. (Villaverde, 2018).



Ilustración 17: Cultivo de caña representativo de rizoma definido (Villaverde 2018).



Ilustración 18: Cultivo de jengibre representativo de rizoma indefinido (Villaverde 2018).

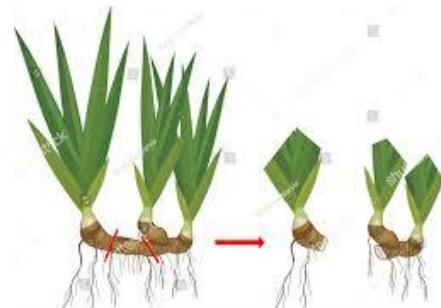


Ilustración 19: División de rizoma de espada de san miguel para Propagación (Shutterstock s.f.).

- **Propagación por cormo.**

Es una estructura vegetativa que se origina a partir del desarrollo de las yemas basales secundarias de la planta de plátano, posee un tamaño menor al puño de la mano de una persona adulta y llega a pesar hasta 350 gramos, siendo inferior al peso de los cormos que tradicionalmente se emplean como semilla. Los cormos abundan en las parcelas, su brotación es estimulada en los períodos posteriores a la cosecha debido a la desaparición de la dominancia apical de la planta madre sobre las yemas secundarias y por el efecto que ejerce el aumento de luz que llega a la base de la planta (Midence, 2010).



Ilustración 20: Estructura vegetativa tipo cormo lista para siembra (FHIA 2024).

Preparación del sustrato.

Utilizar suelo de textura franco arcilloso o franco arenoso proveniente de áreas libres de enfermedades bacterianas. El tratamiento del suelo es opcional según las circunstancias, pueden utilizarse productos agroquímicos (nematicidas, desinfectantes) o agua caliente a una temperatura de 150°C. Para estimular la brotación de las raíces, debe mezclar el suelo con alguna fuente de materia orgánica, en proporción de tres partes de suelo por una de materia orgánica (gallinaza tratada, bocashi, compost, vermicompost u otras) (Midence, 2010).

Preparación del cormo para siembra.

Los cormos deben tener un peso entre 150 y 350 gramos. Para reducir el riesgo de diseminar plagas hacia las nuevas áreas de cultivo, se recomienda pelar el cormo antes de la siembra, procurando mantener la conformación original del mismo y teniendo el cuidado de solo remover las raíces y la capa superficial de su corteza. El corte de la parte aérea del cormo, se realizará entre 3 y 4 centímetros de altura desde el punto de unión de la base con la parte aérea (Midence, 2010).



Ilustración 21: Desinfección de cormos para siembra de vivero (FHIA 2024).

Siembra de los cormos.

- Para un mejor desarrollo de la planta se recomienda la utilización de bolsas plásticas negras de 10 X 12 pulgadas perforadas, de una capacidad entre 6 y 8 libras.
- Llenar la bolsa con la mezcla de suelo y materia orgánica, a un cuarto de su capacidad. Se planta el cormo en posición vertical.



Ilustración 22: Vivero de plátano (FHIA 2024).

- Se termina de rellenar la bolsa con el suelo preparado, teniendo el cuidado que el cormo quede cubierto con una capa de 3 a 4 centímetros de suelo.
- Durante el proceso de llenado, a las bolsas se les da pequeños golpes para desalojar el aire y lograr una adecuada compactación.
- El borde superior de cada bolsa deberá conservar un pequeño doble hacia fuera (Midence, 2010).

▪ Propagación por acodos:

Acodo aéreo.

Este método de propagación contempla circundar un brote mediante anulación o incisión, con aplicación de un sustrato fino y húmedo envuelto en un film plástico, con el fin de estimular la emisión de raíces adventicias. Una vez emergidas las raíces, el brote se corta por debajo del punto de emergencia de éstas.

Dicho sistema de propagación se utiliza preferentemente para programas de selección clonal; no es aplicable a nivel comercial por su gran laboriosidad y complejidad de ejecución (INIA, 2024).

Acodo simple.

El acodo simple se obtiene plegando en forma de arco un brote largo y flexible, para enterrar la sección media desde la cual se desarrollarán raíces adventicias. Este método se emplea ocasionalmente para la propagación comercial del avellano, por su baja tasa de multiplicación. Sin embargo, permite obtener plantas de alta calidad (INIA, 2024).

Acodo por trinchera.

Este método se utiliza también a nivel de viveros comerciales para la propagación del

avellano. El sistema se inicia con plantas establecidas inclinadas y distanciadas entre 0,7-1,0 m una de otras, en surcos poco profundos, distanciados entre ellos en alrededor de 1,50 m. Al segundo año, previo a la brotación, las plantas son inclinadas horizontalmente en los respectivos surcos recortando los brotes laterales más



Ilustración 23: Acodo aéreo terminado en proceso de enraizamiento (INIA 2024).

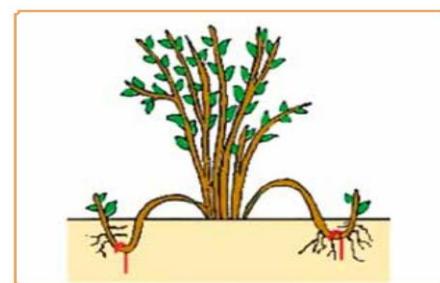


Ilustración 24: Acodo simple terminado en proceso de enraizamiento (INIA 2024).

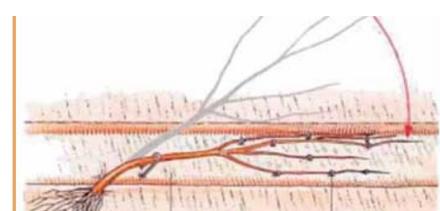


Ilustración 25: Acodo de trinchera en proceso de enraizamiento (INIA 2024).

débiles y despuntando o apitonando aquellos más vigorosos. Luego, las plantas son totalmente cubiertas con un sustrato de tierra fina (INIA, 2024).

- **Propagación por hijuelos.**

Este sistema de propagación aprovecha la capacidad rizogenética de los hijuelos, es decir de brotes vigorosos que emergen directamente de las raíces de los árboles de avellano.

El empleo de esta técnica de multiplicación es muy limitada, debido a una baja cantidad de hijuelos de calidad que se pueden obtener por planta (INIA, 2024).



Ilustración 26: Planta con desarrollo de hijuelos en la base de tallo (INIA 2024).

- **Propagación por estaca.**

La estaca es una sección de un órgano vegetativo (brote, rama) que luego de haber sido recolectada de una planta madre, es establecida para la emisión de raíces y brotes con el fin de formar una nueva planta autónoma. En general, las estacas semileñosas han presentado una mayor capacidad de emitir raíces respecto a aquellas leñosas.

Sin embargo, se ha evidenciado que las primeras tienen una mayor posibilidad de sufrir estrés cuando las raíces no se forman rápidamente. En el proceso de enraizamiento las estacas producen en su base un tejido denominado callo cicatricial, que es índice de una intensa proliferación celular pero no necesariamente de una elevada capacidad de enraizamiento (INIA, 2024).



Ilustración 27: Multiplicación por estacas en camas de Propagación (INIA 2024).

- **Micropropagación.**

La micropropagación es una técnica in vitro para la cual se emplean porciones apicales de brotes o meristemas de ápices de yemas, estos últimos cuando el objetivo es la obtención de plántulas libres de virus.

En relación a las técnicas de propagación tradicionales (injerto, estacas, acodo), la principal ventaja es la obtención de plantas (portainjertos, variedades auto enraizadas), a partir de un número reducido de plantas madres, en breve tiempo y en un espacio reducido con la posibilidad de producir un elevado número de plantas.



Ilustración 28: Ilustración. Multiplicación in-vitro con brotes apicales (INIA 2024).

Adicionalmente, mediante la micropagación es posible obtener material libre de patógenos como hongos y virus (INIA, 2024).

- Propagación por injerto

El éxito de la propagación vegetativa mediante el método del injerto requiere del dominio de la técnica y de la correcta unión de la yema con el patrón. Al respecto, se recomienda realizar injertos utilizando individuos de especies forestales emparentados.

Por lo tanto, el injerto puede ser intraespecífico (yema y patrón de la misma especie) o interespecífico (yema y patrón de diferentes especies). Por otro lado, la técnica de injertado debe ser la adecuada, con la finalidad de evitar entradas de aire y agua (Cob Uicab et.al., 2022).

Factores que determinan el éxito de un injerto.

El éxito del injerto está relacionado con factores endógenos asociados con la incompatibilidad entre la yema y planta patrón. Los bajos porcentajes en el prendimiento se debe a una conexión vascular discontinua y a la degradación del floema en el punto de conexión, que genera una insuficiente unión, poco desarrollo y mortandad del injerto, incluso, una vez establecido en campo (Cob Uicab et.al., 2022).

El origen geográfico, edad de la planta madre y periodo de almacenamiento de las yemas hasta su injertado son factores que, de igual forma, determinan el éxito y vigor de los injertos así como las condiciones climáticas postinjerto, no obstante, la calidad de la planta patrón tiene efectos significativos sobre el crecimiento de los injertos. Por lo tanto, durante el proceso de injertado de especies leñosas se recomienda seleccionar las yemas y plantas patrón de la mejor calidad posible (Cob Uicab et.al., 2022).

Producción de planta patron.

La producción de la planta patrón inicia con la siembra de las semillas en contenedores de bolsas plásticas de polietileno de color negro con dimensiones de 34 x 34 cm, equivalente a un volumen de 3 litros. El ciclo de producción en vivero contempla seis meses desde la siembra de las semillas unos meses antes de septiembre de cada año para habilitar las plantas como patrones a partir de octubre a marzo del año siguiente, que coincide con la época de la recolección de las yemas (Cob Uicab et.al., 2022).



Ilustración 29: Alumno de la Red ITC Realizando injerto en aguacate (Red ITC 2024).

Recolección de yemas.

La recolección de las yemas se recomienda realizarla en los meses de marzo, abril y mayo de árboles adultos fenotípicamente superiores, asimismo, se aconseja recolectar yemas correspondientes al último año de crecimiento, con las siguientes características: sanas, semillignificadas y preferentemente las ubicadas en la parte superior de la copa del árbol debido a que este tipo de material favorece el éxito del injerto (Cob Uicab *et.al.*, 2022).



Ilustración 30: Recolección de yemas (Méndez Ibáñez s.f.).

Traslado y manejo de varetas de yemas.

Las varetas deben de estar apiladas en paquetes y envueltas con papel estraza sujetas con cinta canela, se etiquetarán de acuerdo con el código único de identificación del árbol selecto. Posteriormente, se colocarán los paquetes de hidrogel como sustituto de hielo y esponjas humedecidas con una solución fungicida (Captán ultra 1,5 g/L de agua), con la finalidad de evitar la deshidratación del tejido vegetal durante el traslado hasta el sitio de injertación (Cob Uicab *et.al.*, 2022).



Ilustración 31: Manejo y traslado seguro de yemas para evitar su deshidratación (Méndez Ibáñez sf)

Características de la planta patron para injertación.

Como planta patrón se recomienda utilizar individuos con un diámetro entre 1.8 hasta 2.2 cm, para que la yema a injertar se ensamble adecuadamente en las dimensiones del corte del tallo. Adicionalmente, las plantas con abundante follaje previo al inicio del proceso de la injertación. Lo anterior, permitirá un flujo continuo de la savia en los tejidos de conducción del tallo para propiciar que la corteza sea fácilmente desprendible al momento del corte. Es importante utilizar como patrón plantas sanas, vigorosas, con abundante follaje y diámetro proporcional al de las varetas (Cob Uicab *et.al.*, 2022).

Injerto de corona o cuña.

Pongo como ejemplo un Injerto de mandarino de Filipinas sobre limonero. Este tipo de injerto se puede hacer en primavera en cualquier árbol o arbusto de hoja perenne, ya que precisa que el árbol ya esté despierto de su letargo invernal y la corteza del patrón se despegue con facilidad. En los árboles y arbustos de hoja caduca la técnica es la misma,



Ilustración 32: Injerto de corona terminado (Méndez Ibáñez s.f.).

pero se hace desde mediados hasta finales de invierno y se puede prescindir de la bolsa de plástico.

En estos árboles caducos también se puede hacer este tipo de injerto en plena vegetación, desde finales de mayo hasta mediados de agosto, tratándolos como si fueran de hoja perenne, utilizando la misma técnica descrita (Mendez Ibañez s.f.).

A continuación con el cuchillo de injertar se hace un corte vertical en la corteza del patrón de unos 5 cm, a continuación se coge una ramita de la variedad a injertar, se le cortan las hojas, excepto la superior, dejando el pecíolo y con el cuchillo de injertar se rebaja uno de los lados de la ramita en semibisel.

Debemos evitar tocar con los dedos la parte cortada, se introduce la estaquita por el lado biselado dentro del corte del patrón, introduciendo toda la parte biselada, de manera que ambos cortes contacten íntimamente y se pueda producir su unión (Mendez Ibañez s.f.).

Seguidamente se ata el injerto con cinta plástica transparente. Esta cinta es la misma que se utiliza para los injertos en tomateras y sandías. Es muy resistente, muy fácil de manejar y su transparencia permite ver el estado del injerto. También se puede atar con rafia de injertar, luego se moja con agua limpia la estaquita y se cubre el injerto con una bolsa de plástico transparente, evitando así que la estaquita se seque.

Pasados unos 15 ó 20 días, ya se puede retirar la bolsa, ya que en este tiempo ambos cambiums ya se han unido y sellado. (Mendez Ibañez s.f.).

Injerto de chapa.

Pongo como ejemplo un Injerto de naranjo Washington Navel sobre limonero. Este tipo de injerto se hace en Abril, Mayo y Junio a ojo velando, es decir, que las yemas brotan el mismo año y en Julio, Agosto y Septiembre a ojo durmiente, es decir, que la chapa o placa agarra bien, pero las yemas no brotan hasta la primavera siguiente.

En primer lugar se corta con el cuchillo de injertar la corteza del patrón en una zona lisa y sin yemas, haciendo dos cortes



Ilustración 33: Práctica de corte al patrón de injerto (Méndez Ibáñez s.f.).



Ilustración 34: Colocación de cubierta de cinta plástica para protección del injerto (Méndez Ibáñez s.f.).



Ilustración 35: Realización de cortes incisiones para inserción de injerto de chapa (Méndez Ibáñez s.f.).

horizontales unidos por un corte vertical en forma de H acostada (Mendez Ibañez s.f.).

Luego con ayuda del cuchillo de injertar se despega la corteza de la madera de cada lado como si abriésemos una ventana y se recorta un poco la corteza de cada lado en sentido vertical, para que luego no cubra completamente la chapa. Obsérvese el cambium más claro bajo la corteza, que es la única parte del árbol que crece y debe entrar en íntimo contacto con el cambium de la chapa (Mendez Ibañez s.f.).

A continuación con el cuchillo de injertar se hacen dos cortes horizontales completos en la corteza de una rama de la variedad a injertar, rodeándola completamente, seguidos de otro corte vertical que unan ambos cortes horizontales. Luego con la ayuda del cuchillo se despega la corteza y se saca entera. Esto es la CHAPA a injertar, que puede tener una, dos y hasta tres yemas (Mendez Ibañez s.f.).

A continuación se coloca la chapa en la ventana del patrón, con las dos partes de la corteza ya rebajadas, para que no cubran completamente la chapa. Observarse que la chapa y la ventana del patrón tienen las mismas medidas, seguidamente se ata el injerto con cinta plástica transparente. Esta cinta es la misma que se utiliza para los injertos en tomateras y sandías. Es muy resistente, muy fácil de manejar y su transparencia permite ver el estado del injerto. También se puede atar con rafia de injertar (Mendez Ibañez s.f.).

Pasados unos 10 días, si el injerto ha agarrado, los pecíolos se caen nada más tocándolos con el dedo y dejan una herida bien verde en la chapa, a los 15-20 días se desata el injerto y, si no han brotado ya las yemas, no tardan demasiado en hacerlo (Mendez Ibañez s.f.).

Injerto de chip.

Este tipo de injerto se puede hacer en primavera, cuando el patrón y el injerto están en pleno crecimiento. También se puede hacer en verano, pero en este caso la yema no se desarrolla hasta la primavera siguiente. En primer lugar se hace un corte pequeño en el patrón en forma de lengüeta de arriba abajo y luego otro corte más arriba de unos 3 ó 4



Ilustración 36: Resultado final de la corteza de la variedad a injertar en enchape.



Ilustración 37: Resultado de la inserción de la corteza enchape en el patrón de injerto (Méndez Ibáñez s.f.).



Ilustración 38: Corte de lengüeta en patrón para injerto de chip (Méndez Ibáñez s.f.).

centímetros, también en forma de lengüeta más alargada, cortando hasta llegar a la lengüeta inferior y quitando un trozo de corteza con un poco de madera (Mendez Ibañez s.f.).

A continuación se corta un escudete con un poco de madera que contenga una yema sin desarrollar y una hoja, la cual debe cortarse dejando el pecíolo, el escudete con madera o CHIP debe ser de madera tierna del mismo año, o sea, que aún no esté lignificada del todo. El Chip debe tener la misma forma exacta del corte que hemos hecho antes al patrón (Mendez Ibañez s.f.).

Se aprecia la yema sin desarrollar y el corte inferior en semibisel que encajará en la lengüeta inferior del corte del patrón, a continuación se coloca el Chip en el corte del patrón, ajustándolo bien para que coincidan las tres capas antedichas. Seguidamente se ata el injerto con cinta plástica transparente.

Esta cinta es la misma que se utiliza para los injertos en tomateras y sandías. Es muy resistente, muy fácil de manejar y su transparencia permite ver el estado del injerto. También se puede atar con rafia de injertar (Mendez Ibañez s.f.).

Injerto de escudete.

Este tipo de injerto se hace en abril, mayo y junio a ojo velando, es decir que la yema brota el mismo año y en julio, agosto y septiembre a ojo durmiente, es decir que el escudete agarra pero la yema no brota hasta la primavera siguiente. Es el injerto típico de los cítricos y los rosales. También se utiliza con éxito en otros frutales como el durazno, mango, aceitunas, algarrobo, almendro, etc. de preferencia en pleno verano sobre ramas nuevas del mismo año (Mendez Ibañez s.f.).

En primer lugar se corta con el cuchillo de injertar la corteza del patrón en una zona lisa y sin yemas, haciendo un corte horizontal y otro vertical que va desde el corte horizontal hacia abajo varios centímetros, en forma de T, a continuación, ayudándonos con el cuchillo de injertar, se despega la corteza de ambos lados como si abriésemos una ventana (Mendez Ibañez s.f.).



Ilustración 39: Corte de escudete para realizar técnica de injerto de chip (Méndez Ibáñez s.f.).



Ilustración 40: Inserción del escudete en el patrón de injerto (Méndez Ibáñez s.f.).



Ilustración 41: Inserción en T en la planta patrón para realización de injerto.

Seguidamente cogemos la rama de la variedad a injertar y con el cuchillo de injertar cortamos la corteza en forma de ESCUDETE, procurando que quede en la parte ancha superior una yema buena con el pecíolo de una hoja, que habremos cortado para disminuir la transpiración del escudete. Luego, haciendo palanca con cuidado con el cuchillo de injertar, despegamos el escudete, evitando tocar con el cuchillo la parte interna de la yema (Mendez Ibañez s.f.).

A continuación, cogemos el escudete por el pecíolo y lo introducimos en la ventanita abierta del patrón, Y por último atamos el injerto con cinta plástica transparente, dejando fuera el pecíolo, que nos servirá para saber si el escudete ha agarrado, ya que, en caso de haber agarrado, a los 12 ó 15 días, al tocarlo con el dedo, se despegará con mucha facilidad, dejando en 40 el escudete una herida bien verde. En cambio, si no ha agarrado, el pecíolo se seca y queda pegado al escudete, de manera que, si se despega, deja una herida marrón en el escudete, lo cual significa que éste ha muerto y el injerto no ha agarrado (Mendez Ibañez s.f.).

Materiales y equipo para injertar.

Durante el injertado, se recomienda utilizar materiales acordes con la técnica de injertación. A continuación se describen algunas de sus características y funciones:

Tabla 5 Equipo y materiales de uso para injertar.

Material o equipo	Descripción de uso
Tijeras de podar.	Con cuerpo de acero forjado, mangos con forro y seguro de bloqueo. Se recomienda mantenerlas bien afiladas, para que al realizar los cortes el tejido celular no colapse.
Navaja de injertar.	Con hoja de acero inoxidable, biselada en una cara. Se recomienda mantenerlo bien afilada, para obtener un corte de precisión del tejido vegetal.
Pintura de aceite.	Pintura a base de aceite resistente a la intemperie. Este producto se utiliza como sellador de heridas, para prevenir pudrición por hongos.
Brocha de cerda con mango de plástico.	Para la aplicación de la pintura de aceite sobre alguna herida durante el proceso de injertado y posteriormente sobre la herida al realizar el corte de la planta patrón durante el prendimiento del injerto.
Plástico calibre 200 (micras de grosor).	Se utiliza como vendaje para sujetar la placa con la yema injertada a la planta patrón.



Ilustración 42: Escudete de la planta a injertar.



Ilustración 43: Injerto escudete completo (Mendez Ibañez s.f.).

Cubetas de plástico.	Se recomiendan para la preparación de la solución fúngica, con la finalidad de desinfectar las varetas y plantas patrón.
Hieleras de plástico y unicel.	Se utilizan para el transporte de las varetas al sitio de injertación.
Piedra de afilar de un grano muy fino.	Se recomienda su uso en seco.
Franelas de algodón o tejido suave.	Para mantener la humedad dentro de la hielera durante el traslado del material vegetal, y limpieza de cubetas y otros materiales.
Captán ultra.	Fungicida de acción preventiva y curativa. Se recomienda para la desinfección de las varetas y prevención de enfermedades fungosas a razón de 1.5 gr/L de agua.
Alcohol de 96. °	Se utiliza como antiséptico para la destrucción de gérmenes. Se requiere para la limpieza del material (navajas y tijeras) antes y después de cada injerto elaborado.
Marcador indeleble y bolígrafos.	Se utiliza para marcar códigos en los contenedores de la planta patrón y llenado de bitácoras.
Bitácora.	Libreta de campo para el registro de las fechas de injertación, genotipos y manejo de injertos.

Fuente: (Cob Uicab *et.al.*, 2022).

2.2 Tratamientos pregerminativos.

En la fisiología de la germinación se toma en cuenta los factores ambientales y la densidad de plantación cuando son plantas injertadas, a 30°C y con vermiculita como sustrato se obtuvo mayor tasa de germinación. Por otro lado, la humedad relativa en las cucurbitáceas se comporta mejor cuando es baja y puede afectar con la aparición de enfermedades tanto en las hojas como en los frutos. Y con estos requisitos climáticos adecuados pueden producir plantas vigorosas y frutos de alta calidad (Solano Ortiz, 2020).

2.2.1. Propiedades de germinación de semillas con testa dura.

Algunas semillas tienen sus cotiledones cubiertos por una testa gruesa y dura que protege de aspectos ambientales adversos (microorganismos, estrés); también impide totalmente la imbibición de agua y el intercambio de gases y solo germina si la testa se ablanda. En particular, conlleva a la incapacidad de germinar en períodos que son inadecuados para el establecimiento de las plántulas (Solano Ortiz, 2020).

Las plántulas logran liberar los cotiledones más rápido al eliminar las testas de las semillas. Escobar & Cardoso (2015) describen que las semillas con testa dura son afectadas por las siguientes razones: (Solano Ortiz, 2020).

- a) Temperaturas no adecuadas
- b) Falta de oxígeno
- c) Déficit de luz

- d) Déficit de agua
- e) Procedencia de las semillas

Latencia.

Se observa una correlación con el factor temperatura ya que puede inducir o romper la latencia de la semilla. La latencia por la cubierta dura de la semilla se denominada “Latencia exógena”, de modo que Rojas & Mandujano (2017) afirman los siguientes tipos:

Latencia física: la cubierta seminal causa impermeabilidad que puede preservar con bajo contenido de humedad y después de varios años comienza la entrada de agua hacia al interior de la semilla (Solano Ortiz, 2020).

Latencia mecánica: la testa es suficientemente dura que no permite la libre absorción de agua, el paso de oxígeno y evita que la radícula rompa la testa y emerja (Solano Ortiz, 2020).

Latencia química: es causada por la presencia de productos o sustancias químicas que no permiten la germinación; por otra parte, dicha sustancia generalmente se realiza por un tratamiento líquido (Solano Ortiz, 2020).

2.2.2. Tratamientos hormonales pregerminativos.

En algunas semillas de varias especies se encuentra un bloqueo natural y las plántulas no germinan inmediatamente, por lo consiguiente, los tratamientos pregerminativos disminuyen aquel bloqueo denominado latencia y permiten ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta para hacerla permeable, sin dañar al embrión ni al endosperma que están en su interior (Solano Ortiz, 2020).

Todos estos compuestos generan un impacto positivo en la germinación como: retrasar la senescencia, favorecer la formación de células de la raíz, por ende, el desarrollo de meristemas apicales y translocación de nutrientes. Se puede expresar que dichos tratamientos comprenden métodos biológicos, físicos, calor seco y remojado en agua o soluciones químicas (Solano Ortiz, 2020).

Nitrato de potasio: El nitrato de potasio actúa como promotor de crecimiento y estimula a la germinación con el fin de romper la latencia en semillas de diversas especies en etapas tempranas de crecimiento y, debido a su aporte de nitrógeno en forma nítrica no retenida por el suelo con un reparto muy homogéneo (Solano Ortiz, 2020).

Hormonas reguladoras de crecimiento: las hormonas vegetales se producen naturalmente en los tejidos en crecimiento, específicamente en los meristemas del extremo de los tallos y raíces, las hormonas estimuladoras como giberelinas y citoquininas cumplen procesos químicos para mejorar el crecimiento celular y vegetativo; a diferencia de las auxinas que promueven la elongación celular, iniciación de raíces adventicias y permiten la viabilidad de la planta, y el

ácido abscísico puede detectar daños biológicos en donde permite acciones de defensa contra patógenos (Solano Ortiz, 2020).

- **Auxinas:** Las auxinas son reguladores del crecimiento que pueden promover la elongación y división celular; éstas intervienen en diversos procesos fisiológicos como crecimiento o elongación, respuesta a la luz, desarrollo radicular, retrasa la senescencia, crecimiento de yemas laterales, axilares. De igual modo actúa en el crecimiento de frutos, regeneración de tejido vascular y la inducción de raíces adventicias (Solano Ortiz, 2020).
- **Giberelinas:** las giberelinas favorecen la germinación, especialmente en las áreas en activo crecimiento como los embriones o los tejidos meristemáticos o en desarrollo; pese a que esta hormona puede interrumpir el reposo de las yemas vegetativas e inhibir la degradación de proteínas y clorofila.
Efectos: Promoción de la germinación de las semillas, rompe la latencia para la germinación de las semillas, rápido crecimiento de las plántulas y elongación de los entrenudos de los tallos (Solano Ortiz, 2020).
- **Citoquininas:** las citoquininas o citocininas son hormonas de crecimiento que promueven la división celular, crecimiento de yemas laterales, crecimiento de frutos, pero, desde el punto de vista de Porta & Jiménez (2020), la citocinina junto a las auxinas estimulan la proliferación de células meristemáticas, regulan la dormancia apical y provocan cambios en la morfología según el tipo de crecimiento.
Efectos: Ruptura del letargo de semillas, diferenciación celular, inducción de la formación de brotes y alivia el estrés generado por la salinidad, la sequía y metales pesados (Solano Ortiz, 2020).
- **Bioestimulantes:** En contexto, los Bioestimulantes son sustancias naturales o sintéticas (biorreguladores, aminoácidos, vitaminas, minerales, entre otras) que tienen como función estimular procesos biológicos, morfológicos y fisiológicos vegetales para incrementar la productividad. Estos Bioestimulantes promueven, activan y aceleran la germinación de las diferentes especies de semillas y regulan el estrés por salinidad (Solano Ortiz, 2020).

2.2.3. Tratamientos pregerminativos con métodos mecánicos.

Estratificación.

Estratificación al calor: Consiste en colocar las semillas en capas o estratos húmedos a temperaturas altas o bajas, usando sustratos tan variables como la arena del río, aserrín, vermiculita, y perlita; con una temperatura que puede variar desde 0 a 10°C de 20 a 30°C. El período de estratificación puede ser desde una semana hasta cuatro meses, dependiendo de las especies con las que se trabaje. La estratificación al calor se usa para romper la latencia por inhibidores químicos. El tratamiento puede aplicarse a semillas no despulpadas, en cuyo caso la pulpa puede participar en el proceso de descomposición como proveedor de calor (Solano Ortiz, 2020).

Si las semillas son despulpadas, es preciso envolverlas en una capa de material capaz de descomponer para suministrar el calor deseado (20 a 25°C) y simultáneamente disolver, absorber y desechar las sustancias que evitan la germinación (Solano Ortiz, 2020).

Estratificación al frío: La estratificación al frío es usada para romper la latencia por inmadurez del embrión. Consiste en colocar las semillas en bolsas de plástico con un sustrato húmedo (puede ser suelo del mismo vivero) y se entierran o colocan en cajas de madera, esta actividad debe hacerse en invierno, que es cuando se tienen las temperaturas más bajas. Otro método utilizado para estratificar al frío consiste en humedecer las semillas durante toda una noche, posteriormente desalojar el exceso de agua durante varios minutos, después colocarlas en bolsas de plástico, y sellarlas para evitar pérdida de humedad (las semillas no deben quedar muy apretadas) (Solano Ortiz, 2020).

Finalmente, las bolsas se almacenan a temperaturas de 2 a 3°C y se revisan periódicamente (más de una vez por semana) con el fin de agitar y abrir las bolsas, para evitar la falta de oxígeno (una forma rápida de percibir la falta de oxígeno es cuando se abre la bolsa y detecta olor a alcohol). Al final del período de estratificación las semillas se lavan y se tratan de efectuar la siembra lo más rápido posible (Solano Ortiz, 2020).



Ilustración 44: Estratificación al calor



Ilustración 45: Estratificación al frío
(Guía de viveros s.f.).

Escarificación.

Es la modificación de la testa de la semilla para disminuir su resistencia mecánica (latencia por testa dura), o bien para permitir el paso de agua u oxígeno en el caso de cubiertas impermeables (Latencia por impermeabilidad de la testa). La escarificación puede realizar por medios químicos, térmicos y mecánicos. Los tratamientos de escarificación mecánica consisten en romper o desgastar la testa por diversos métodos: frotar la semilla con una lija, agitar las semillas en un recipiente con arena, hacer incisiones hendiduras o arañas con cuchillos, todo esto cuando se manejan lotes de semillas pequeños (Solano Ortiz, 2020).



Ilustración 46: Estratificación al frío (Guía de viveros s.f.).

En el caso de manejar lotes grandes se puede utilizar pequeños barriles rotativos forrados interiormente con papel lija y/o agregando arena abrasiva. Para determinar el tiempo óptimo de escarificación, durante el proceso se toman muestras de las semillas y se observan con una lupa. Las semillas que han alcanzado un punto adecuado de escarificación deben mostrar arañas o raspaduras en la testa, pero sin exponer la parte interna de la semilla (Solano Ortiz, 2020).

2.3 Semilleros y bancales.

El semillero es un sitio dentro del vivero, donde nacen y crecen las plantas bajo cuidados especiales, hasta alcanzar un tamaño óptimo para ser llevadas a la siguiente etapa (trasplante a bolsas de polietileno o al lugar definitivo) (INT, 2016).

2.3.1. Bancales.

Entre las técnicas más comunes usadas según el cultivo, podemos encontrar las siguientes ventajas y desventajas:

Bancal aéreo.

1. Permite controlar la temperatura, humedad, aireación.
2. Reducción de afectaciones por: áfidos, ácaros y mosca blanca.
3. Mejores controles de hormigas, zompopos y aves.
4. Reducción de afectaciones por hongos y bacterias (INT, 2016).

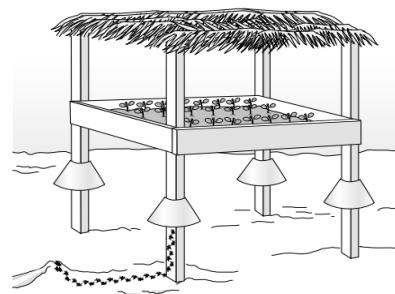


Ilustración 47: Bancal aéreo (INT, 2016).

2.3.2. Semilleros.

Semillero al aire libre.

1. Requiere de poca inversión.
2. Puede variar su tamaño según el objetivo y área disponible.
3. Es fácil de manejar y dar mantenimiento.
4. Pueden hacerse directamente en el suelo.
5. Es más susceptible a las afectaciones de hongos, bacterias y animales.
6. Es difícil controlar la temperatura, aireación y la humedad (INT, 2016).



Ilustración 48: Bancal al aire libre (INT, 2016).

Semilleros tipo bancales o camas de doble excavación.

1. Permite crear un suelo rico en nutrientes, con suficiente porosidad para un mejor desarrollo de la planta.
2. Las camas pueden ser del tamaño que uno desee y permiten transitar y realizar trabajos cómodamente.
3. Las camas pueden servir como semillero o para establecer definitivamente el cultivo.
4. Demanda mano de obra para su construcción (INT, 2016).



Ilustración 49: Ventajas de los semilleros (UCCL 2017).

Como construir Semilleros tipo bancales o camas de doble excavación.

- Preparación de las camas:

1. Trazar las camas orientadas de Este - Oeste para el mejor aprovechamiento del sol.
2. Marcar los límites de las camas:
 - Ancho: debería ser como máximo 2 veces el largo de su brazo para permitir hacer un

buen manejo de ambos lados sin pisar la cama.

- Largo: no es importante, pero si lo deja demasiado largo, va a hacer más difícil el acceso a las camas dentro del huerto.

Se sugiere de 1 a 1.25 m × 8 m para tener un área de 10 m² (lo que facilita los cálculos de planificación). El espacio entre camas debe ser de 80 cm a 1 m para poder circular con las herramientas, hacer los deshierbes y realizar las cosechas.

3. Usando una cinta métrica para medir, coloque estacas a las esquinas de la cama que va a trazar y amarrar pita entre ellas.

4. Quite la vegetación grande, pero deje la maleza pequeña hasta cuando esté listo a excavar la cama (la maleza protege el suelo del sol y ayuda a retener el agua).

5. Remover el suelo, si está muy duro se debe regar con bastante agua y dejarlo reposar por varios días para facilitar la excavación (INT, 2016).

Tabla 6 Materiales o tipos de envases para establecer semilleros.

Bandejas de celdas
Bandejas de plástico o botellas
Bandejas de madera
Bolsa de polietileno

Fuente: (INT, 2016).

2.4 Tipos de siembra en semilleros y viveros.

La siembra es el proceso de colocar semillas o plántulas en el suelo para que crezcan y se conviertan en plantas. Existen varios tipos de siembra, cada uno con sus propias características y beneficios. Aquí te explico los más comunes:

2.4.1. Siembra indirecta.

Hace referencia a la siembra que no se hace directamente sobre el terreno definitivo, sino que se realiza en semilleros o viveros y posteriormente las plántulas jóvenes son trasplantadas a su terreno de asiento definitivo. Este tipo de siembra garantiza un uso más eficaz de la semilla. En la siembra en semillero no es necesario respetar el marco de plantación idóneo de la especie en cuestión, ya que se trata de una siembra provisional. Posteriormente, cuando se hace el trasplante al terreno definitivo, sí hay que considerar y respetar el marco de plantación óptimo de cada especie (InfoAgro, 2024). Una de las principales ventajas que presenta el método de siembra indirecta, es el control que puede hacerse de las condiciones de luz, temperatura, humedad, etc., durante el proceso de la germinación y las primeras fases de crecimiento de las plántulas (InfoAgro, 2024).

Preparación de sustratos.

Los principales sustratos sueltos usados en semillero son la turba, la fibra de coco, la perlita y la vermiculita. Y el principal sustrato compacto utilizado, es la lana de roca. Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas en semillero, se requieren las siguientes características en un sustrato: (InfoAgro, 2024).

Tabla 7. Propiedades físicas que debe tener un buen sustrato.

Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none">- Alta capacidad de retención de agua fácilmente disponible.- Suministro de aire suficiente.- Elevada porosidad.- Distribución del tamaño de las partículas, que mantenga las condiciones anteriores.- Baja densidad aparente.- Una estructura estable para impedir la contracción o hinchaçon del medio.
----------------------------	--

Fuente: (Infoagro, 202).

Tabla 8. Propiedades químicas que debe tener un buen sustrato.

Propiedades químicas	<ul style="list-style-type: none">- Mínima velocidad de descomposición.- Baja o moderada capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de si la fertirrigación se aplica permanentemente o de forma intermitente.- Salinidad reducida.- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.- Alta capacidad tampón para mantener constante el pH.
-----------------------------	---

Fuente: (Infoagro, 2024).

Pocos sustratos presentan las características ideales, por tanto, asociando diferentes materiales con sus características propias, podemos obtener una mezcla que presente el mejor término medio tanto en el aspecto técnico como en el económico (InfoAgro, 2024).

Preparación de bandejas para siembra

La siguiente tarea del proceso de siembra es la preparación de los contenedores o bandejas de siembra, y el llenado de las mismas con la mezcla del sustrato. La función primaria de cualquier contenedor utilizado en semillero, es la de englobar una pequeña cantidad de sustrato, el cual a su vez abastece con agua, aire y nutrientes minerales a las raíces, y además provee un soporte físico a la planta mientras está en el semillero (InfoAgro, 2024).

Las características de estos contenedores deben ir enfocadas a promover el desarrollo de un buen sistema radical en el semillero y proteger estas raíces hasta la plantación.

La salud y vigor relativos del sistema radical, también son reflejados en la morfología y crecimiento de la parte aérea de la planta. Normalmente en semilleros hortícolas se utilizan bandejas de poliestireno expandido de color blanco. Este material posee unas excelentes cualidades termoaislantes, poco peso, bajo coste y gran facilidad de mecanización (InfoAgro, 2024).

La mayoría de las bandejas contienen una serie de alvéolos de sección tronco piramidal de mejores cualidades para el desarrollo radicular que los alvéolos de sección cilíndrica. Las dimensiones exteriores de la bandeja son siempre las mismas para facilitar la mecanización de los distintos procesos: siembra, paletizado, extendido en mesas, expedición de plantas, etc. Lo que si cambia es el número de alveolos por bandeja (InfoAgro, 2024).

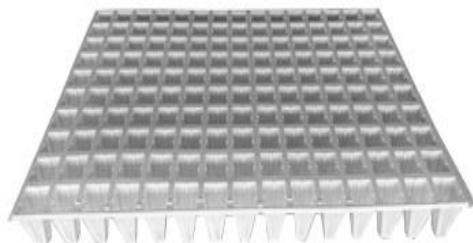


Ilustración 50: Bandeja de poliestireno para siembra indirecta (Infoagro, 2024).

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PERTINENTES SUGERIDAS:

- A1. Presentar el contenido del módulo de manera general e inductivo de actividades modulares.
- A2. Identificar y producir plantas aptas para el establecimiento y mejoramiento de los sistemas agroforestales.
- A3. Desarrollar diferentes métodos de reproducción y propagación, tanto sexual como asexual. (Ver anexo 2)
- A4. Describe los tipos de tratamientos pre germinativos ante semilleros y bancales y sus diversos métodos de siembra.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

- CE3.1.** Aplica técnicas para propagación vegetativa y generativa, como esquejes, injertos, acodos, y siembra de semillas
- CE3.2.** Aplica técnicas de propagación, incluyendo la preparación y tratamiento de materiales de propagación, el manejo de herramientas especializadas, y el seguimiento y cuidado de las plantas propagadas.
- CE3.3.** Aplica tratamientos pregerminativos utilizados para mejorar la germinación y el establecimiento de semillas, como la escarificación, la estratificación, el remojo y el tratamiento con hormonas.
- CE3.4.** Elabora semilleros y bancales, siguiendo protocolos establecidos
- CE3.5.** Conoce los materiales y sustratos utilizados en la preparación de semilleros y bancales, así como de las prácticas de manejo necesarias para mantener condiciones óptimas de germinación y crecimiento de las plantas.

METODOLOGIA DE EVALUACIÓN:

Metodología de evaluación	Forma de aplicación
A1. Presentar el contenido del módulo de manera general e inductivo de actividades modulares.	Uso de herramientas y equipos digitales (Data show), presentaciones dinámicas de Power point.
A2. Practica de campo	Identificar y producir plantas aptas para el establecimiento y mejoramiento de los sistemas agroforestales.
A3. Practica de campo	Desarrollar diferentes métodos de reproducción y propagación, tanto sexual como asexual.
A4. Practica de laboratorio	Describe los tipos de tratamientos pre germinativos ante semilleros y bancales y sus diversos métodos de siembra.

EVALUACIÓN:

Todas las metodologías serán evaluadas con un sistema de aprendizaje híbrido en cuanto a los temas enfocados a actividades prácticas, temas con temáticas de cálculo serán evaluados según la lógica de los datos y la consistencia de los resultados y en cuanto a documentos informes e infografías serán evaluados con rubricas que detallen normativas de redacción acordes al nivel de la carrera.

La producción agrícola es el conjunto de actividades destinadas al cultivo de plantas para la obtención de alimentos, fibras y otros productos de valor económico. Incluye prácticas como la preparación del suelo, siembra, manejo de cultivos y cosecha, aplicando técnicas tradicionales y modernas para optimizar el rendimiento. Su desarrollo sostenible es clave para la seguridad alimentaria y el equilibrio ambiental.

3.1 Cultivos agrícolas y forestales

Los cultivos agroforestales, o agroforestería, son sistemas de uso de la tierra que combinan árboles y arbustos con cultivos agrícolas y/o animales en la misma parcela. Esta práctica busca maximizar los beneficios económicos, sociales y ambientales, creando sistemas productivos más sostenibles y resilientes.

3.1.1. Semillas

Partes de la semilla Una semilla consiste de un embrión y su provisión de alimento almacenado, rodeado por las cubiertas protectoras:

Embrión: Resulta de la unión de los gametos masculino y femenino durante la fecundación. Su estructura básica es un eje embrionario, con un punto de crecimiento en cada extremo, una para el tallo y otro para la raíz.

Tejidos de almacenamiento: material de reserva.

Cubiertas o testas: Sirven para protección del embrión.

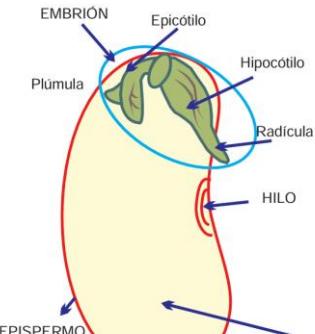


Ilustración 51: Partes de una semilla.

3.1.2. Proceso de germinación

- Activación. Es el proceso en el cual la semilla absorbe agua para iniciar los mecanismos necesarios para la germinación. Esta etapa a su vez comprende tres fases:
 - La semilla absorbe agua con rapidez hasta estabilizarse, esto promueve el ablandamiento de la testa y que la semilla se hinche, rompiendo finalmente la testa.

- A medida que se hidrata la semilla inicia el proceso de activación de enzimas que serán las encargadas de desdoblar las proteínas contenidas en los lugares de almacenamiento, las mismas que servirán para el proceso de germinación.
- Elongación de las células y emergencia de la radícula

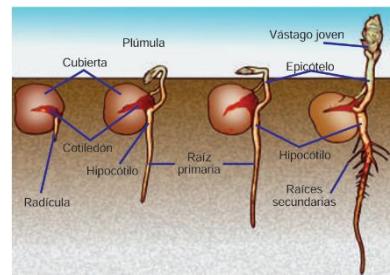


Ilustración 52: Procesos de germinación de la semilla.

3.1.3. Criterios de selección y manejo de semillas

Clasificación de la semilla:

1. Semilla genética: Es aquella producida por el Fito mejorador y es utilizada para dar origen a otras semillas.
2. Semilla básica: Es la fuente primaria de una variedad genética ya identificada que se puede sembrar.
3. Semilla de fundación: Es aquella que mantiene su pureza o identidad genética.
4. Semilla registrada: Mantiene sus características de pureza genética e identidad botánica y puede usarse para la certificación de semilla de fundación.
5. Semilla certificada: Es la semilla, que conserva las características botánicas y pureza genética de la variedad que se desea cultivar, lo cual es certificado por el estado.
6. Semilla híbrida: Es el cruce de dos líneas puras con el fin de explotar el vigor híbrido de las plantas.



Ilustración 53: Diferentes semillas seleccionadas.

3.1.4. Selección de semillas

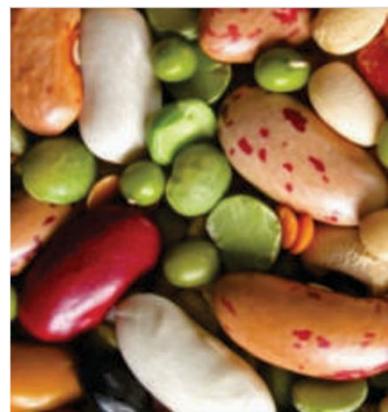
Las semillas deben reunir ciertas características para la producción agrícola. Entre ellas podemos mencionar las siguientes:

Sanidad: Las semillas deben estar completamente sanas, es decir, no deben estar contaminadas con hongos, bacterias, virus, etc.

Madurez: Deben ser semillas que hayan completado su ciclo biológico en la planta.

Buena conformación: La semilla debe tener las características de la variedad; tales como peso, estructura, aspecto, volumen, etc.

Viabilidad: Es decir el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar. La viabilidad puede expresarse como el porcentaje de germinación, que indica el número de plantas producidas por un número dado de semillas.



Energía germinativa: Es la capacidad de la semilla para germinar en el menor tiempo posible desde la siembra.

Ilustración 54: Ejemplo de semillas sanas y de buena calidad.

Longevidad: Es el tiempo que puede estar almacenada una semilla sin perder su viabilidad.

3.1.5. Tipos de siembra agrícolas

A continuación se describen los tipos de siembra en cultivos agrícolas y forestales:

1. Siembra directa

El método de siembra directa es aquel en el cual la semilla se coloca directamente en lugar definitivo de siembra. Este tipo de siembra es aplicable a los siguientes casos:

- Cuando se requiere una densidad final de plantas muy alta.
- Recomendable usarla con semillas de tamaño grande, que a la vez favorezca la siembra mecánica.
- En cultivos que tengan un desarrollo inicial rápido y vigoroso.
- Utiliza también en cultivos cuya cosecha a utilizar es la raíz.



Ilustración 55: Siembra directa de semillas.

Cuando se requieren sembrar grandes extensiones de terreno. En la mayoría de los casos, la siembra directa implica una operación de raleo para obtener la densidad de siembra correcta para cada cultivo. Ejemplos de cultivos de siembra directa: maíz, frijol, arroz.

2. Trasplante o siembra indirecta

El trasplante consiste en pasar a una planta de un medio a otro. El trasplante ha de hacerse con un mínimo de perjuicio para la planta, esto se logra con una poda de preparación, una mínima exposición del sistema radicular, riego inmediato y con una etapa de recuperación en un lugar fresco y húmedo. La fase final de la producción de plántula está identificada en el tiempo de trasplante lo mismo que podemos realizar basándose en fecha o calendario, la otra por medio del tamaño que presenta la plántula y el número de hojas verdaderas.

La plántula está lista cuando tiene entre 10 a 12 centímetros o cuando ya tienen de 2 a 3 hojas verdaderas. Ejemplos de cultivo de siembra indirecta: Tomate, repollo, cebolla, chile dulce, café, palma africana.



Ilustración 56: Trasplante o siembra indirecta. Manual establecimiento de cultivos.

Tipos de trasplante:

1. Con pilón.

Pilón es la porción de medio que queda recubriendo al sistema radicular de una planta al sacarla de un recipiente. El trauma de una planta trasplantada con pilón será mínimo si sus raíces aún no sobrepasan el pilón



Ilustración 57: Trasplante a raíz desnuda y pilón. Manual establecimiento de cultivos.

2. Con raíz desnuda.

Entre más expongamos y manipulemos las raíces, el trauma por el que pasará la planta será mayor, llegando al extremo de necesitar pasar por una etapa de recuperación en la que no se riega. Esto se da ya que las raíces no tienen la capacidad suficiente para absorber mucha agua por el trato que han sufrido; el ambiente necesita tener baja intensidad lumínica, bajas temperaturas y una alta humedad relativa.

3.1.6 Distanciamientos de siembra

La distancia de siembra de las hortalizas puede ser un factor determinante en la salud y productividad de tus cultivos. Es importante entender que cada especie vegetal tiene diferentes necesidades espaciales y nutricionales, y si no se les proporciona suficiente espacio para crecer, pueden competir por recursos como nutrientes, agua y luz, lo que puede resultar en plantas débiles y una producción reducida.



Ilustración 58: Distancias de siembra entre planta y entre surco.

3.2. Taxonomía vegetal.

La Taxonomía vegetal es la parte de la Botánica que se ocupa de la clasificación u ordenación de las plantas, así como de las bases, principios, métodos y normas que regulan dicha clasificación (Leiva, 2016)

La historia de la taxonomía de las plantas se remonta a principios del siglo XVIII, cuando Carl Linneaus desarrolló por primera vez un sistema para clasificar las plantas. Desde entonces, la taxonomía de las plantas ha sufrido una serie de cambios, a medida que se descubren nuevas especies y se desarrollan nuevas formas de clasificar las plantas.

Aristóteles clasificó plantas y animales por su forma y función, luego Teofrasto clasificó las plantas por su forma de crecimiento en árboles, arbustos y hierbas. Carl Von Linneaus propuso la clasificación como se conoce actualmente, escribió *Species Plantarum* en el que se identificaron y clasificaron más de 7000 especies de plantas.

Hoy en día, la taxonomía de las plantas es un campo complejo que utiliza una variedad de métodos para clasificar las plantas. Estos métodos incluyen características morfológicas, análisis de ADN y composición química.

Los taxónomos de plantas también usan sistemas de clasificación como el Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (ICN) para garantizar que todas las plantas reciban nombres científicos que sean consistentes entre sí.

3.2.1. Categorías taxonómicas

Son los grupos en que se clasifican los seres vivos, siendo una jerarquía. A los grupos se les asigna un rango taxonómico o categoría taxonómica que acompaña al nombre del grupo.

El reino Plantae se refiere a los seres vivos pluricelulares y fotosintéticos (obtienen sus nutrientes al transformar sustancias simples inorgánicas en sustancias complejas y orgánicas con la energía del sol).

Este reino está dividido en briófitas o plantas no vasculares y traqueófitas (cormófitas) o plantas vasculares (Salazar, 2023). La taxonomía vegetal es fundamental para la agricultura, la medicina, la ecología y la biotecnología, ya que permite identificar y clasificar las plantas necesarias para la alimentación, el desarrollo de fármacos y la restauración ecológica.

3.2.2. Cómo se clasifican las plantas según la taxonomía

Las plantas se clasifican en diferentes grupos según sus características. Los dos grupos principales son las angiospermas y las gimnospermas. Las angiospermas son plantas con flores que tienen semillas encerradas en una flor o en un ovario. Las gimnospermas son plantas que tienen semillas desnudas, como las coníferas.

Hay cuatro niveles diferentes de clasificación de plantas: reino, división, clase y orden. Reino es la categoría más amplia y orden es la más específica. La mayoría de las plantas pertenecen al reino Plantae, que incluye todas las plantas verdes que producen su propio alimento a través de la fotosíntesis.

3.2.3. Importancia de la taxonomía vegetal.

- Organización del conocimiento: Facilita la comprensión y el estudio de la diversidad vegetal.
- Identificación de especies: Permite reconocer y nombrar plantas, lo que es esencial para la investigación científica y su uso en agricultura, medicina y conservación.
- Relaciones evolutivas: Ayuda a entender cómo las plantas están relacionadas entre sí y cómo han evolucionado.
- Conservación de la biodiversidad: Proporciona la base para identificar especies en peligro y establecer estrategias de conservación.

3.2.4. Ejemplo práctico de clasificación.

Para la planta comúnmente conocida como maíz:

1. **Reino:** Plantae
2. **División:** Magnoliophyta (angiospermas)
3. **Clase:** Liliopsida (monocotiledóneas)
4. **Orden:** Poales
5. **Familia:** Poaceae (gramíneas)
6. **Género:** Zea
7. **Especie:** *Zea mays*

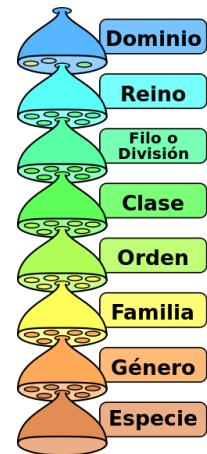


Ilustración 59: Niveles de Clasificación taxonómica.

3.3 Factores Agroecológicos.

Las plantas son seres vivos que se desarrollan en estrecha relación con el medio ambiente donde crecen. El conocimiento de las condiciones ambientales y sus efectos sobre las plantas, es esencial para la producción de cultivos agrícolas.

3.3.1. Luz.

La luz es la fuente de energía que permite a las plantas activar todos sus procesos vitales, comenzando por el proceso conocido como fotosíntesis o síntesis de luz, a través del cual la planta captura dióxido de carbono de la atmósfera, y lo transforma en oxígeno y sustancias que proveen la energía necesaria a la planta para desarrollarse.

Las plantas necesitan luz para su crecimiento y desarrollo óptimos. Hay tres aspectos importantes a considerar cuando se habla de la luz:

- Cantidad.
- Calidad.
- Duración.

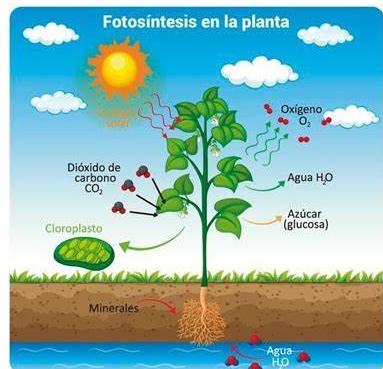


Ilustración 60: Proceso de la fotosíntesis en las plantas. Fisiología vegetal 2022

Cantidad de luz: Las plantas usan la luz como fuente de energía para la fotosíntesis. El término fotosíntesis se refiere a la reacción entre el dióxido de carbono y el agua, en presencia de luz, para producir carbohidratos y oxígeno. La velocidad de este proceso depende en gran medida a la cantidad de luz; la reacción de la fotosíntesis es más alta a medida que aumenta la radiación fotosintéticamente activa (RFA).

Las plantas almacenan y usan los carbohidratos producidos durante la fotosíntesis como su fuente de alimento. Cada especie de planta comienza el proceso de fotosíntesis a distintos niveles de energía de luz, lo que se denomina punto de compensación de la luz.

Calidad de luz: Se refiere a su tipo, color o localización en el espectro lumínico, como lo que se observa en la ordenación de los colores en un arco iris. La combinación total de los colores en la luz visible se llama luz blanca. La fotosíntesis se lleva a cabo a lo largo de todos los componentes de la luz blanca, desde el violeta hasta el rojo, pasando por el azul, verde, amarillo y anaranjado.

En general, los diferentes colores tienen diferentes efectos sobre las plantas:

- **Luz ultravioleta:** provoca daños en el ADN, reduce la velocidad de la fotosíntesis, disminuye el florecimiento y la polinización, y afecta el desarrollo de las semillas. Ultravioleta A (una subcategoría de la luz ultravioleta) puede provocar la elongación de la planta.
- **Luz azul:** Corresponde a uno de los puntos críticos de absorción; por lo tanto, el proceso fotosintético es más eficiente cuando hay luz azul. La luz azul es responsable del crecimiento vegetativo y de las hojas, y es importante para las semillas y las plantas jóvenes porque ayuda a reducir el estiramiento de la planta.

- **Luz roja:** Este es el otro punto crítico de absorción de la luz para las hojas. El fitocromo (un fotorreceptor) dentro de las hojas es más sensible a la luz roja y responde a esta. La luz roja es importante en la regulación del florecimiento y la producción de frutos. Además, ayuda a aumentar el diámetro del tallo y estimula la ramificación.
- **Luz roja lejana:** Esta luz puede provocar la elongación de la planta y desencadena el florecimiento en las plantas de días largos.
- **Proporción rojo: rojo lejano:** Cuando la proporción es baja provoca la elongación de la planta. En otras palabras, las plantas están más expuestas al rojo lejano que al rojo. En la naturaleza, vemos este fenómeno cuando las plantas vecinas le dan sombra a las plantas; las plantas con sombra reciben una proporción mayor de luz roja lejana y tienden a crecer más altas para alcanzar más luz.

Duración de la luz.

- La cantidad de horas de luz de día por día impacta directamente en el florecimiento. Las plantas se pueden dividir en tres categorías según la duración del día que se requiere para desencadenar el florecimiento:
- **Plantas de días cortos:** Estas plantas solo florecen cuando la duración del día es más corto que la noche. Florecen al principio de la primavera o el otoño. Cuando la duración del día supera el tiempo crítico, las plantas detienen la floración y pasan al crecimiento vegetativo. Algunos ejemplos incluyen: crisantemos, cosmos, flores de Pascua, etc.
- **Plantas de días largos:** Estas plantas florecen cuando la duración del día es más largo que la noche. Florecen desde los últimos días de primavera hasta el principio del verano. Cuando la duración del día es más corto que el tiempo crítico, las plantas detienen la floración y pasan al crecimiento vegetativo. Algunos ejemplos incluyen: claveles, eneldos, petunias, boca de dragón, etc.
- **Plantas de días neutros:** Estas plantas florecen sin importar la longitud del día. En vez de eso, generalmente florecen después de alcanzar cierta etapa de desarrollo. Entre los ejemplos se incluyen: apio, pepinos, hortensias, pimientos, tomates, etc. (López, 2016)

3.3.2. Temperatura

La temperatura constituye el elemento más importante del clima, regula el ritmo de desarrollo de las plantas y limita su área cultivada. La temperatura es expresada en grados Centígrados ($^{\circ}\text{C}$) o grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).

Las condiciones de temperaturas óptimas y desfavorables tienen un gran efecto sobre la distribución y uso de los cultivos agrícolas. Las áreas de producción especializadas se desarrollan en las regiones que presentan temperaturas que favorecen un cierto cultivo o ciertas cosechas, por ejemplo, el melón y sandía se producen en forma abundante en la zona sur de Honduras. Asimismo, papas, repollo, brócoli se producen en forma abundante e intensiva en la zona montañosa de Intibucá.

Cada especie o variedad de planta tiene sus propias exigencias de temperaturas. Las plantas se clasifican con base en las variaciones óptimas de temperatura de la siguiente manera:

Plantas de clima frío: producen sus más altos rendimientos bajo condiciones relativamente frías, generalmente alrededor o por debajo de los 20 °C, como temperatura promedio diaria.

Plantas de clima caliente: son plantas que necesitan de una temperatura promedio diaria por encima de 20 °C, para producir sus más altos rendimientos. Las plantas de este grupo son extremadamente sensibles a las heladas. (Red ITC , 2014)

3.3.3. Precipitación

Se define como cualquier tipo de agua que cae sobre la superficie del suelo (granizo, neblina, brisa, lluvia); generalmente se refiere a la cantidad de lluvia. La precipitación es un componente principal del ciclo del agua, y es responsable de depositar la mayor parte del agua dulce en el planeta.

En Honduras, el régimen de precipitación es muy variable a lo largo del país, oscilando entre los 900 y 3300 milímetros (mm) por año según la región del país, alcanzando valores anuales promedio de 1880 mm. Los patrones de precipitación o lluvia son importantes para definir prácticas de manejo de cultivos relacionados a conservación de suelos y riegos.

En áreas con alta precipitación o zonas lluviosas, es necesario realizar obras de drenaje, en áreas secas es necesario realizar obras que permitan la retención e infiltración del agua. También es importante conocer los niveles de precipitación para elaborar planes de manejo de riego, así como cosecha y conservación de agua.

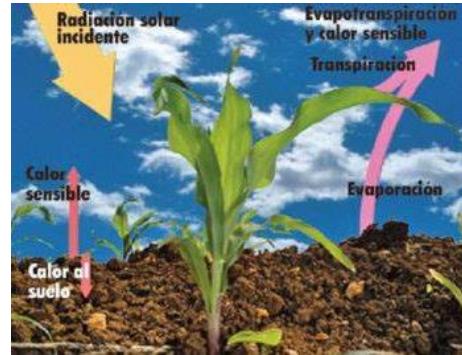


Ilustración 61: Influencia de la T° en el desarrollo de las plantas.

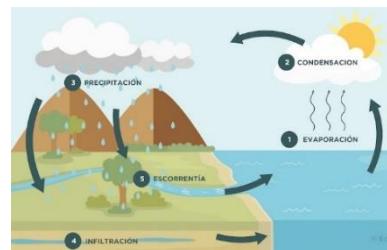


Ilustración 62: Etapas del ciclo del agua. Bioenciclopedia 2023

3.3.4. El viento

El viento, aunque a menudo se subestima, es un elemento primordial para la salud y el crecimiento de las plantas. Su impacto puede ser benéfico o perjudicial, dependiendo de la intensidad y duración.

A continuación, vamos a ver los efectos del viento en diferentes aspectos del desarrollo de las plantas.

Tabla 9. Efectos del viento en los cultivos

Polinización	El viento es un agente polinizador indispensable para muchas especies de plantas. En España, cultivos como el trigo y el maíz dependen del viento para la polinización. Este proceso es fundamental para la producción de semillas y frutos, garantizando la persistencia de las cosechas.
Dispersión de semillas	El viento ayuda en la dispersión de semillas de muchas plantas. Este proceso natural permite que las semillas lleguen a áreas nuevas y fértiles, promoviendo la diversidad y expansión de las plantas. En áreas agrícolas, esta dispersión puede ayudar a la regeneración de cultivos y praderas.
Regulación de la temperatura y humedad	El viento puede influir en la temperatura y la humedad del ambiente agrícola. En regiones cálidas de España, como Andalucía y Murcia, el viento ayuda a regular la temperatura de las plantas y a reducir la evaporación excesiva del agua del suelo, creando un microclima más estable y adecuado para el cultivo.
Fortalecimiento de los tallos	Las plantas expuestas a vientos moderados desarrollan tallos más fuertes. Este fortalecimiento permite que las plantas resistan mejor las condiciones desfavorables, como tormentas y fuertes vientos, mejorando su resistencia general

(Larrosa, 2024).

3.3.5. Humedad relativa

La humedad es la masa de agua en unidad de volumen, o en unidad de masa de aire. La humedad relativa, es la cantidad de agua contenida en el aire. Existe una relación inversa de la temperatura con la humedad por lo que, a elevadas temperaturas, aumenta la capacidad de contener vapor de agua y por tanto disminuye la HR.

Con temperaturas bajas, el contenido en HR aumenta. Cada especie tiene una humedad ambiental idónea para vegetar en perfectas condiciones: al tomate, al pimiento y berenjena les gusta una HR sobre el 55-75%; al melón, entre el 60-70%; al calabacín, entre el 65-80% y al pepino entre el 70-90%. La HR del aire es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos.

Cuando la HR es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades. Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse, además de los comunes problemas de mal cuaje. (Portillo, s.f.)



Ilustración 63: Medición de humedad relativa en parcela. Nutricontrol 2020.

3.4. Importancia de la preparación de suelos

El suelo es uno de los recursos naturales más valiosos para la producción de cultivos y la producción agropecuaria en general, sin suelo fértil y saludable, la producción de alimentos sería prácticamente imposible.

El suelo está formado por una mezcla de minerales, materia orgánica, agua, aire y microorganismos. Cada uno de estos componentes juega un papel importante en la salud del suelo y en la capacidad del mismo para producir cultivos saludables y nutritivos.

3.4.1 Componentes del Suelo.

- **Aire:** El aire es una combinación de elementos gaseosos que se encuentran dispersos en la atmósfera. En el suelo, los bolsillos de aire permiten que el agua atraviese el mismo y gracias a las plantas crecen por encima y por debajo de la línea del suelo.
- **Agua:** El agua, contiene en su composición sales disueltas y otros productos químicos, este elemento es de gran importancia para el suelo ya que las plantas y animales no pueden vivir sin ella.
- **Minerales:** Rocas y minerales constituyen la mayor porción de la composición del suelo, estos provienen de materiales inertes e inorgánicos. La arena está formada por pequeños fragmentos de cuarzo y otros minerales que no son ricos en nutrientes para el desarrollo de las plantas. En su caso, el limo es una combinación de cuarzo y otros minerales, pero sus partículas al ser tan pequeñas permiten el desarrollo de grandes plantaciones.
- **Materiales orgánicos y Biológicos:** Los animales y plantas en descomposición, proporcionan materiales orgánicos ricos para el suelo. A través de la descomposición, la materia orgánica se descompone creando nutrientes para el desarrollo de las plantas, mediante este proceso también sucede la mineralización que tiene como consecuencia en materiales inorgánicos.

3.4.2. Preparación de suelo

La preparación del suelo para la siembra es un paso crucial en el proceso de cultivo de cualquier tipo de planta. Un suelo bien preparado proporciona las condiciones ideales para un buen desarrollo de las raíces y un crecimiento saludable de las plantas.

3.4.3. Tipos de preparación de suelo

La preparación del suelo es un proceso clave en la producción agrícola, ya que facilita el desarrollo de las plantas al mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas.

- **Labranza convencional**

En este enfoque, se emplea maquinaria agrícola para voltear y arar el suelo. Se crean surcos profundos y se mezcla la capa superior del suelo con las capas inferiores.

Dentro de las ventajas que proporciona este método se destacan:

1. Mezcla uniforme del suelo, lo que facilita la aireación y la incorporación de fertilizantes.
2. Eliminación de malezas y residuos de cultivos anteriores.
3. Reducción de enfermedades y plagas, ya que se entierran organismos no deseados.

Sin embargo, también representa algunas desventajas:

1. Mayor erosión del suelo, debido a la exposición de capas profundas al agua y el viento.
2. Pérdida de materia orgánica y microorganismos beneficiosos en el suelo.
3. Consumo de combustible y costos asociados con maquinaria pesada.

- **Labranza mínima**

En este método, se reduce la perturbación del suelo en comparación con la labranza convencional. En la labranza mínima se utilizan implementos menos agresivos o se labra en franjas, lo que permite obtener:

1. Conservación de la estructura del suelo y la materia orgánica.
2. Menor erosión y pérdida de nutrientes.
3. Reducción del consumo de combustible y costos de maquinaria.

Por otro lado, proporciona desventajas como la ineficacia para eliminar completamente las malezas y los residuos de cultivos anteriores.

- **Siembra directa o cero labranzas**

Es una de las formas de preparación del terreno manual y mecánica donde se siembra directamente en el suelo, sin labrar o con una mínima perturbación. Los residuos de cultivos anteriores se dejan en la superficie.

Todo esto permite:

- Máxima conservación de la estructura del suelo y de la materia orgánica.

- Reducción considerable de la erosión y del consumo de combustible.
- Menor necesidad de maquinaria costosa.

Ahora bien, al ser un método sin labrado, es posible una mayor acumulación de malezas y enfermedades en la superficie del suelo, lo que puede requerir de ajustes en la elección de cultivos y en la gestión de plagas. (Jacto, Prparación de suelo, 2023)

3.4.4. Factores biofísicos determinantes para la aplicación de un sistema de labranza.

- Clima.
- Cultivo.
- Propiedades del suelo.
- Nivel económico del agricultor.

3.5. Nutrición vegetal (4R).

La nutrición de los cultivos es una de las actividades agrícolas que tiene más injerencia en el rendimiento de los cultivos. Para poder definir un adecuado programa de nutrición se ha desarrollado el concepto de las 4R's (R por ser la letra inicial de la palabra Right, que en español significa correcto) bajo el cual se debe determinar cuál es: la fuente, la dosis, el momento y el lugar correcto al hacer aplicaciones de fertilizantes.

El principio de las 4R integra perspectivas como: la económica, social y la ambiental, es decir obtener los máximos rendimientos sin aumentar los costos. Para tener la mejor rentabilidad posible, siempre con el interés de reducir el impacto negativo al ambiente y por ende a la sociedad.

Según el Instituto International de nutrición de Plantas IPNI, por sus siglas en Inglés, para poder cumplir con el principio de las 4R es importante definir ciertos factores que son determinantes, a saber:

- El tipo de cultivo puesto que este determina la demanda de nutrientes para los rendimientos esperados.
- Las características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, la oferta de nutrientes que el suelo puede aportar al cultivo ya que estos factores son determinantes en la fertilidad del suelo.
- El tipo de explotación, puesto que define como se realizarán las aplicaciones de nutrientes.
- Factores abióticos como clima, acceso a tecnología y la calidad de las aguas para riego o fertirriego.

3.5.1. Dosis correcta.

Para definir correctamente la dosis es de mucha importancia conocer los requerimientos del cultivo y en específico la cantidad que demanda de cada nutriente en las diferentes etapas de desarrollo. Además, es importante establecer la oferta de nutrientes del suelo para determinar si hay un faltante o un excedente de cada nutriente.

3.5.2. Momento correcto.

El momento correcto se refiere a entregarle al cultivo una oferta de nutrientes adecuada según la curva de absorción de nutrientes de este para aumentar lo más posible el sincronismo entre el suplemento y la demanda de nutrientes.

Esto es importante por dos motivos, el primero es que no se le den al cultivo los nutrientes necesarios y por ende no pueda expresar su máximo potencial productivo y el otro es que las aplicaciones se realicen en condiciones adversas por lo que los fertilizantes se laven de la zona de absorción y se desperdicie la aplicación.

3.5.3. Lugar correcto.

El lugar correcto de aplicación es determinante en el aprovechamiento de la fertilización. Para definir el lugar correcto de aplicación es importante conocer el patrón de distribución de raíces, esto puede determinarse mediante la realización de mapeos de raíces.

3.5.4. Fuente correcta.

La definición de la fuente correcta, debe ser analizada como un conjunto una vez ha sido definida la dosis, el momento y la forma de aplicación. Los principios que rigen al uso de una fuente correcta son:

- Conocer las propiedades físicas y químicas del suelo para tener datos sobre disponibilidad de nutrientes, interacción entre ellos (sinergismos y antagonismos), así como posibles limitantes de suelo para usar alguna fuente de fertilizante.
- Reconocer sensibilidades del cultivo puede evitar que, aunque sea la dosis adecuada, se presenten inconvenientes por la susceptibilidad del cultivo al nutriente o la fuente. Uso de fuentes disponibles y una nutrición integral que agrupe alternativas, en este caso fuentes diversas que complementan todas las necesidades del cultivo. (Agrictec, s.f.)

3.5.5. Aplicación de las 4 R.

Tabla 10. ejemplos prácticos de aplicación de las 4 R

Fuente	Dosis	Momento	Lugar
Fertilizante comercial	Analisis de suelo	Previo a la siembra	Al voleo
Abonos de origen animal	Cálculos económicos	A la siembra	En bandas
Compostas	Balancear la extracción y adición de nutrientes	En floración	En dosis variable
Residuos de cultivos	Predecir eficiencia de aplicación	En fructificación	Inyectado

(INTAGRI, 2017)

¿Para qué fertilizamos siguiendo las 4R?

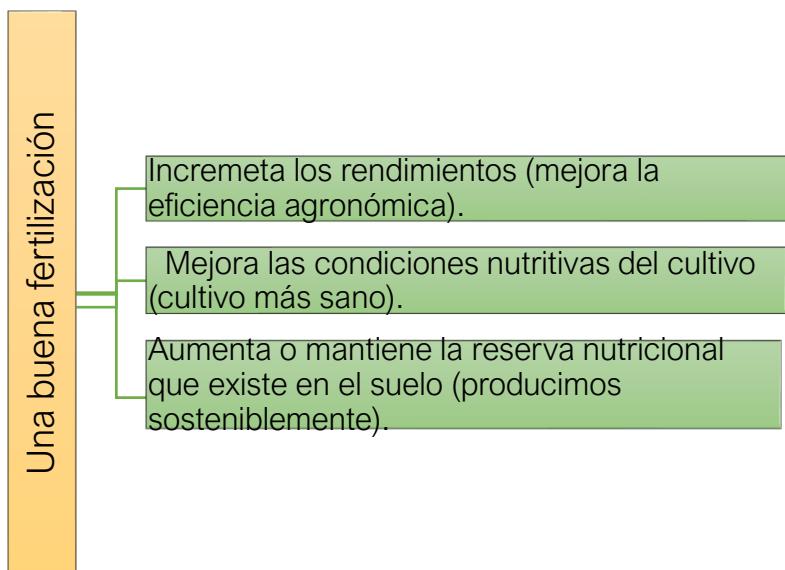


Ilustración 64. fertilización siguiendo las 4R, CRS, s.f

De todos los elementos de los que las plantas pueden absorber, hay 16 de ellos que están considerados **elementos esenciales**. Son los siguientes:

3.5.6. Macronutrientes.

Los macronutrientes son los elementos necesarios en cantidades relativamente abundantes para asegurar el crecimiento y la supervivencia de las plantas. La presencia de una cantidad suficiente de elementos nutritivos en el suelo no garantiza por sí misma la correcta nutrición de las plantas, pues estos elementos han de encontrarse en formas moleculares que permitan su asimilabilidad por la vegetación. En síntesis, se puede decir que una cantidad suficiente y una adecuada disponibilidad son fundamentales para el correcto desarrollo de la vegetación.

Dentro de éstos, se puede distinguir entre elementos primarios (N, P y K) y elementos secundarios (Ca, Mg y S).

- **Elementos Primarios.**

En la mayoría de los cultivos, las necesidades de las plantas son superiores a las reservas existentes en forma asimilable de los elementos en el suelo, por lo que es necesario realizar aportes de los mismos mediante el uso de abono y sustancias fertilizantes.

- **Elementos secundarios.**

Las cantidades de estos elementos presentes en el suelo suelen cubrir las necesidades de los cultivos, por lo que, en general, no es preciso realizar aportes de ningún tipo al suelo.

3.5.7. Micronutrientes.

Su concentración en el tejido vegetal es inferior al 0.01% de materia seca. Son hierro, cloro, manganeso, zinc, boro, cobre, níquel y molibdeno.

3.5.8. Absorción de elementos nutritivos por las plantas.

Sólo una pequeña parte de cada nutriente presente en el suelo se encuentra disponible para las plantas (2%). El resto (98%) aparece en formas no asimilables por las plantas, es decir, se halla firmemente ligado a la fracción mineral y a la materia orgánica, resultando inaccesible mientras no se vea afectado por los procesos de descomposición. Éstos ocurren lentamente, durante largos períodos, y los nutrientes son liberados de modo gradual.

3.6. Riegos y drenaje.

El riego y el drenaje son dos técnicas agrícolas fundamentales que garantizan el correcto crecimiento y desarrollo de los cultivos. El riego consiste en proporcionar agua a las plantas de forma controlada y el drenaje se encarga de evacuar el exceso de agua para evitar encharcamientos que pueden dañar las raíces. Ambas técnicas son complementarias y su correcta aplicación puede mejorar significativamente la productividad y calidad de los cultivos.

Un sistema de riego es un conjunto de métodos, técnicas y dispositivos diseñados para suministrar agua de forma controlada y eficiente a los cultivos agrícolas. La principal función de estos sistemas es suplir la escasez de agua durante períodos de sequía o en áreas donde las precipitaciones son insuficientes para el crecimiento óptimo de las plantas.

La utilización del riego permite a los agricultores controlar el suministro de agua y distribuirlo de manera adecuada, garantizando el desarrollo saludable de los cultivos y mejorando significativamente la productividad agrícola.

3.6.1. Tipos de riegos.

La clasificación más común de los tipos de riego, se establece de acuerdo con la forma como el agua es esparcida o distribuida sobre el suelo, dependiendo de las características

topográficas, los tipos de cultivo, la disponibilidad del recurso hídrico, los costos y la posibilidad de acceder a tecnologías con altos requerimientos de inversión, entre otros factores.

- a. **Aspersión:** Se realiza a través de dispositivos llamados aspersores, repartidos por todo el terreno. Funciona con agua a presión, produciendo gotas en diferentes tamaños para controlar la cantidad suministrada, simulando la caída por lluvia.

Es usado con mayor frecuencia en los cultivos de cereales, remolacha, papa, maíz, trigo, algodón, girasol, arroz y hortalizas.

El riego por aspersión se divide en dos tipos:



Ilustración 65: Sistema de riego por aspersión.

- **Convencional:** Fueron de los primeros en desarrollarse y se pueden hacer por sistema fijo o semifijo. En el primero los aspersores se ubican en un lugar establecido, mientras que las tuberías puede enterrarse o dejarse sobre la superficie. Cuando se trata de un sistema semifijo pueden desplazarse de forma manual o mecánica.
- **Automatizado:** Se caracterizan por tener motores eléctricos o sistemas hidráulicos que permiten que los aspersores se muevan en todo el campo.

Ventajas del riego por aspersión.

- Es el método más común;
- Eficiencia de 85%;
- Cubre grandes áreas de terreno;
- Se adapta a todos los tipos de parcelas;
- Se puede automatizar;
- Vida útil larga

b. Riego por goteo

Consiste en dejar caer una gota de forma continua en los cultivos, en sitios estratégicos, mediante sistemas de tuberías y perforaciones mínimas llamados goteros; se realizan a baja presión y de manera constante. Son utilizados en zonas áridas y optimiza el uso del agua y los abonos.

Es usado en los cultivos de banana, las fresas, la caña de azúcar, el algodón, papas y los tomates.



Ilustración 66: Estudiantes del instituto Salomón Sorto Zelaya instalando sistema de riego por goteo. (Fuente: Red ITC).

Existen tres tipos de riego por goteo:

- **Goteo en línea:** Se usa en plantas que están alineadas y que tienen una longitud menor a los 5 metros.
- **Goteo estándar:** Este sistema se caracteriza por el riego de planta por planta. En un microtubo se pueden colocar hasta 24 goteros para 2,5 litros de agua por hora.
- **Goteo regulable:** Es ideal para regar plantas que se han sembrado en macetas, especialmente los arbustos. Este tipo de riego proporciona unos 60 litros por hora.

Ventajas del riego por goteo

- Garantiza el crecimiento adecuado de las raíces;
- Eficiencia de 95%;
- Mantiene la humedad constante, renueva el volumen de agua que se pierde por el proceso de evapotranspiración;
- Permite el uso de fertilizantes en el agua de riego;
- Solo moja el suelo seleccionado;
- Bajo consumo de agua y alta eficiencia;
- Permite realizar otras labores en el cultivo como podas, tutorado y aplicación agroquímicas;
- Se adapta a terrenos rocosos o con pendientes.

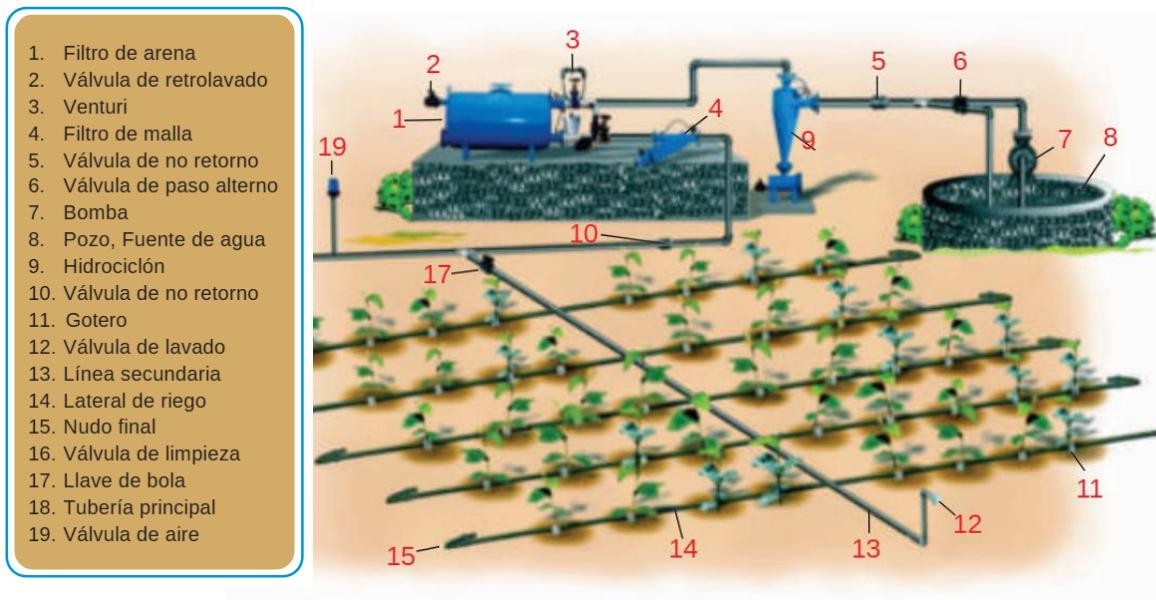


Ilustración 67: Componentes de un sistema de riego por goteo

c. Riego por gravedad

También llamado riego por superficie, consiste en distribuir el agua por canales o surcos que tienen un pendiente leve, condición que garantiza la distribución e infiltración del agua en el suelo que conecta a los cultivos hasta saturar los mismos.

Es uno de los más económicos y es utilizado en cultivos como hortalizas y arbóreos.



Ilustración 68: Riego por gravedad.

Ventajas del riego por gravedad

- Es el más económico y simple.
- Eficiencia de 55%.
- No necesita requerimientos energéticos, usa la energía gravitatoria.
- El viento no incide en la distribución del agua.

d. Riego por inundación.

Consiste en distribuir el agua superficialmente en todo el terreno, inundando toda la zona de cultivo de forma total o parcial según sea el caso, con la cantidad de agua necesaria para el correcto crecimiento, es el método que consume más agua.

Este tipo de riego se utiliza en cultivos de gran extensión, tales como: la alfalfa, pastos, cereales, arroz.



Ilustración 69: Riego por inundación.

Ventajas del riego por inundación

- Baja complejidad.
- Eficiencia 50%.
- Costo de instalación muy bajo.
- Ideal para terrenos pequeños y llanos.
- El agua solo entra en contacto con las raíces. (Jacto, 2023)

Para seleccionar el tipo de riego es importante tener en consideración las siguientes variables:

- el cultivo;
- topografía del terreno;
- el suelo;
- clima;
- accesibilidad;
- disponibilidad de mano de obra;
- recursos financieros;
- y la energía disponible para movilizar el agua.

3.6.2. Drenaje

El drenaje agrícola es el conjunto de prácticas, obras o estructuras, que se instalan o construyen en una parcela cuando existen excesos de agua sobre la superficie o a través del perfil del suelo, con el objetivo de escurrir tales excedentes en un tiempo definido y asegurar así un contenido de humedad óptimo, o por lo menos adecuado, para las raíces de las plantas; asegurando con esto, su óptimo desarrollo.

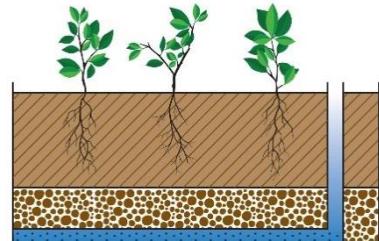


Ilustración 70: Ejemplo de drenaje en parcela.

Ventajas de el drenaje agrícola

1. Optimiza la cantidad de oxígeno, favoreciendo así el intercambio gaseoso
2. Al haber una humedad óptima para el cultivo, se evita el desarrollo de enfermedades bacterianas y fungosas, y salinidad del suelo.
3. Permite un mejor desarrollo radical de las plantas, incrementando así el aprovechamiento y disponibilidad del agua y de nutrientes; lo que por ende incrementa los rendimientos.
4. Al optimizar la humedad en el suelo, El Drenaje Agrícola facilita el acceso a la parcela y movilización de aperos y maquinaria para realizar más eficientemente las labores agrícolas.

El drenaje agrícola es esencial para mantener un suelo saludable y productivo al eliminar el exceso de agua que podría dañar los cultivos. Existen varios sistemas y formas de drenaje utilizados en la agricultura para mejorar la gestión del agua en los campos

3.6.3. Principales sistemas de drenaje.

1. **Drenaje Superficial:** este es el sistema de drenaje más común y se basa en la eliminación del exceso de agua de la superficie del suelo. Incluye canales, zanjas y surcos que guían el agua hacia áreas de desagüe, evitando la acumulación y el encharcamiento.
2. **Drenaje Subsuperficial:** en este sistema, se instalan tuberías subterráneas para drenar el exceso de agua de la zona de las raíces de las plantas. El agua se recoge en las tuberías y se dirige hacia zonas de desagüe o sistemas de recolección.
3. **Drenaje por Gravedad:** es un sistema pasivo en que el agua fluye naturalmente hacia áreas más bajas debido a la gravedad. Se construyen canales o zanjas en pendientes descendentes para dirigir el agua hacia áreas de desagüe.
4. **Drenaje por Bombeo:** en áreas donde el drenaje por gravedad no es posible, se utilizan bombas para elevar el agua desde zonas bajas y luego redirigirla hacia áreas de desagüe. Es especialmente útil en terrenos planos o con problemas de encharcamiento.
5. **Drenaje Subterráneo con Tuberías:** este sistema implica la instalación de tuberías subterráneas con perforaciones en la parte inferior para recoger y transportar el agua subterránea hacia zonas de desagüe. Es eficaz para eliminar el exceso de agua del suelo y prevenir el encharcamiento. (Agronotips, 2023)

3.6.4. Impacto del mal drenaje en los cultivos.

Los problemas de drenaje agrícola, tanto superficial como subterráneo, ocasionan asfixia a los cultivos, debido a que el aire es reemplazado por el agua, y además afecta también a la actividad biológica y las propiedades del suelo. Por otra parte, también se reduce el volumen de suelo disponible para las raíces, afectando el desarrollo radicular y la aireación; por lo que se reduce la capacidad de absorción de agua y nutrientes en las plantas; y ocasiona problemas de salinidad en el suelo.

3.7 Cosecha y postcosecha.

La cosecha y poscosecha es la parte más importante en el desarrollo del cultivo y se refiere a todas las acciones que se realizan en el cultivo para extraer y manipular el producto, desde la recolección, clasificación, selección, empaque, pesaje y transporte hasta el almacenamiento, procesamiento y consumo como resultado del proceso productivo y bajo condiciones óptimas para su ejecución.

La cosecha es la recolección de partes comestibles de una planta que pueden ser: hojas (espinaca, repollo, lechuga), raíces (remolacha, zanahoria, vainita, pepino, tomate), flores e inflorescencias (manzanilla, brócoli, apio, espárrago), tubérculos (papa, oca, papaliza) y hierbas aromáticas (cilantro, albahaca, orégano).

La post-cosecha se refiere a todas las actividades que se realizan entre la cosecha y el consumo de los productos del huerto. Aunque lo ideal es cosechar y consumir de inmediato, esto no siempre es posible.



Ilustración 71: Clasificando y empacando frutas en una instalación postcosecha.

Agronoblog 2024

3.7.1. Condiciones óptimas para realizar la cosecha.

Tabla 11. Cuando realizar la cosecha

Madurez del cultivo	Realizar la cosecha cuando el cultivo haya alcanzado su madurez fisiológica, garantizando el mejor rendimiento y calidad del producto.
Clima adecuado	Evitar cosechar en días lluviosos o con alta humedad para prevenir daños en el producto y facilitar el almacenamiento.
	Realizar la cosecha preferiblemente en días secos y frescos.
Estado del suelo	El suelo debe estar en condiciones óptimas, ni demasiado seco ni saturado de agua, para facilitar la recolección y evitar daños mecánicos en el cultivo.
Equipo y herramientas apropiadas	Usar herramientas bien mantenidas y maquinaria adecuada para minimizar daños físicos y pérdida del producto.
Mano de obra capacitada	Contar con trabajadores que conozcan las técnicas correctas de cosecha para evitar lesiones en los cultivos.
Almacenamiento temporal:	Disponer de un lugar cercano a la zona de cosecha con buena ventilación y protección contra el sol o la lluvia para evitar el deterioro del producto.
Rapidez en el manejo poscosecha:	Reducir el tiempo entre la cosecha y el procesamiento o almacenamiento final para mantener la calidad del producto.
Control de plagas y enfermedades:	Asegurarse de que el cultivo esté libre de infestaciones para evitar pérdidas durante y después de la cosecha.

3.7.2. Operaciones postcosecha

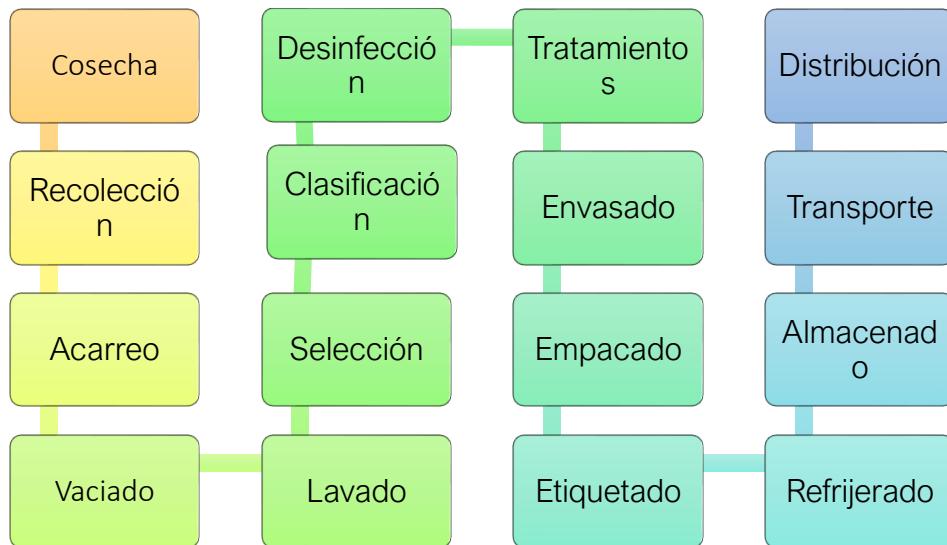


Ilustración 72: diagrama de actividades postcosecha (Villamil, s.f.)

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PERTINENTES SUGERIDAS:

- A1. Distribución de equipo de trabajo realizando selección de semillas y definen el tipo de preparación de suelo a realizar según su contexto.
- A2. Realizan clasificación taxonómica de cultivos que se adaptan y de las condiciones agroecológicas de la zona haciendo uso de herramientas digitales para su identificación.
- A3. Establecen y manejan cultivos agrícolas (granos básicos, hortalizas u otros) y forestales según su contexto. (ver anexo 3)
- A4. Diseña e instala sistema de riego en parcelas de cultivos
- A5. Realizan y aplican plan de fertilización según el requerimiento de los cultivos.
- A6. Aplican técnicas de cosecha y post cosecha según protocolo realizado.

HERRAMIENTAS O PLATAFORMAS DIGITALES SUGERIDAS:

Herramienta	Descripción
Google Classroom	Crear un aula virtual para compartir materiales, asignar tareas y fomentar la colaboración entre estudiantes.
Google Earth/Google Maps	Identificar áreas de cultivo y explorar zonas forestales a través de mapas satelitales interactivos.
PlantNet	Los estudiantes podrán tomar fotos de plantas locales y usar la app para identificar especies.
Canva	Crear infografías o diagramas sobre buenas prácticas de almacenamiento y transporte.
Agro-diagnóstico de plantas	Diagnóstico de enfermedades y deficiencias nutricionales mediante fotos.
Kahoot	Se utiliza para evaluar conocimientos, motivar a los estudiantes y reforzar aprendizajes de manera divertida.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

- CE4.1 Identifica y selecciona semillas de la mejor calidad que se adaptan a la zona agroecológica
- CE4.2 Establece cultivos de granos básicos y hortalizas tomando en cuenta técnicas de manejo
- CE4.3 Clasifica plantas tomando en cuenta aspectos botánicos.
- CE4.4 Mide parámetros agroecológicos utilizando equipos digitales y manuales
- CE4.5 Opera sistemas de riego siguiendo protocolos establecidos
- CE4.6 Prepara suelos utilizando técnicas de acuerdo al contexto
- CE4.7 Elabora planes de manejo de acuerdo a requerimientos de los cultivos
- CE4.8 Aplica técnicas de cosecha y postcosecha en granos básicos y hortalizas según protocolos.

METODOLOGIA DE EVALUACIÓN:

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	FORMA DE APLICACIÓN
Cuestionarios y exámenes escritos	Evaluar conceptos básicos sobre tipos de maquinaria, funciones y mantenimiento y medir conocimientos teóricos sobre la identificación, clasificación y control de peligros industriales.
Herbario escolar: Recolección, identificación y clasificación de planta	Los estudiantes recolectan hojas o flores, las prensan y clasifican usando claves taxonómicas sencillas.
Prueba de textura del suelo: Análisis manual del tipo de suelo (arenoso, arcilloso, etc.).	Proveer muestras de suelo para que los estudiantes realicen pruebas básicas de textura y observen diferencias.
Demostración de labranza o arado en parcelas pequeñas y sistema de riego.	Organizar actividades prácticas donde los estudiantes preparen un área y comparan rendimientos entre parcelas.
Análisis de fertilización	Diseñar planes de abonado según los 4R (Fuente, Momento, Dosis, Lugar).
Simulación de cosecha: Recolección y clasificación de productos agrícolas.	Organizar una práctica donde los estudiantes cosechen, clasifiquen y empaquen productos siguiendo normas básicas.

EVALUACIÓN:

La evaluación se aplicaría mediante observación directa y actividades prácticas. Los cuestionarios y exámenes escritos evalúan la comprensión teórica de los estudiantes sobre los temas. En el herbario escolar, se valora la correcta identificación y clasificación de las plantas recolectadas. La prueba de textura del suelo se califica según la precisión en el análisis del tipo de suelo. Las demostraciones de labranza y sistemas de riego se evalúan observando la correcta aplicación de los conocimientos prácticos. El análisis de fertilización se evalúa con la capacidad de aplicar los principios de los 4R en un plan de abonado. Finalmente, la simulación de cosecha se califica observando la correcta recolección y clasificación de los productos agrícolas.

SANIDAD VEGETAL

La sanidad vegetal es un área clave en el manejo de cultivos, enfocada en la prevención y control de plagas, enfermedades y malezas que afectan la producción agrícola. Su objetivo es garantizar cultivos saludables mediante estrategias integradas que reduzcan pérdidas y minimicen el impacto ambiental. El uso de prácticas como el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y el control biológico contribuyen a la sostenibilidad del sistema productivo. La implementación de normativas fitosanitarias y la educación en sanidad vegetal son esenciales para una producción eficiente y segura.

4.1. Plagas y enfermedades.

Las plagas en la agricultura se definen como una acción masiva de colonias de malezas (plantas), vertebrados, artrópodos y/o patógenos (bacterias, virus y hongos) que causan daños a poblaciones animales o vegetales.

Las plagas pueden originarse por diversas causas, las principales son:

1. La llegada de una especie que antes no existía;
2. La presencia de malezas que albergan insectos;
3. La ruptura del balance natural de estos organismos con su entorno, a causa de la intervención humana.

Características en las plantas cuando las plagas están presentes.

1. Las hojas se ven descoloridas, deterioradas o enroscadas;
2. Se observan organismos extraños como bolsas de gusanos, telarañas o vellosidades;
3. Aparece un polvo blanco en los tallos y en las hojas.

Las plagas ocasionan serias repercusiones en la producción agrícola, afectando:

1. La calidad de los cultivos y su proceso de maduración;
2. La reducción de las cosechas;
3. La limitación de la disponibilidad de alimentos y materias primas.

Medidas recomendadas por la FAO para garantizar cultivos sanos y productivos son:

1. Elegir de forma correcta las fechas de siembra a fin de evitar las épocas del año en las cuales abundan los insectos.



Ilustración 73: Plagas y enfermedades en cultivos.
(Fuente: Infoagro)



Ilustración 74: Síntomas de plagas en la planta.
(Fuente: Infoagro).

2. Mantener los suelos con agua adecuada, evitar los estancamientos, así como la resequedad.
3. Diversificar la siembra de cultivos adaptados a la zona geográfica y modificarlos genéticamente para resistir insectos o enfermedades.
4. Adquirir semillas certificadas y de óptima calidad.
5. Evitar el monocultivo, efectuar rotaciones en un mismo lote.
6. Mantener los equipos y herramientas en buen estado físico y operativo.
7. Usar productos químicos de acción preventiva.
8. Seleccionar y distribuir de manera adecuada las semillas en cuanto a su tamaño y distanciamiento (Gutiérrez, 2023).

4.1.1. Principales plagas comunes en los cultivos.

Tabla 12. Cuadro sinóptico de información importante de plagas.

PLAGA COMÚN	DESCRIPCIÓN	DAÑOS	MEDIDAS DE MANEJO
Ácaro hialino	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> De 0.5 – 0.7 mm, blanco o amarillo, en forma de pera	Se alimenta en el envés de las hojas jóvenes o en frutos tiernos, causando encrespamiento o bronceado	- Adecuada densidad de siembra - Evitar falta de agua - Control de malezas - Inspeccionar hojas jóvenes, brotes o frutos con lupa de 10 X
3. Cigarrita o lorito verde	<i>Empoasca kraemerii</i> Adulto de 5 mm, verde uniforme, con el cuerpo en forma de cuña. Caminan de costado y permanecen en el envés de las hojas	Succionan la savia del envés de las hojas. Al inicio se observa amarillamiento, luego encrespamiento	- Evitar falta de agua - Controlar malezas hospedantes en especial la campanilla - Aplicación de insecticidas
Áfidos (Pulgones)	Insectos pequeños de 1-3 mm, color verde, negro o amarillo, con forma ovalada. Secretan melaza.	Chupan la savia de hojas, brotes y frutos jóvenes. Provocan enrollamiento y debilitamiento del cultivo. Transmiten enfermedades virales.	- Control biológico: liberar depredadores naturales como mariquitas. - Aplicar insecticidas - Uso de trampas pegajosas amarillas.
Mosca blanca	Bemisia tabaci, insecto de 1-2 mm, cuerpo amarillo y alas blancas.	Chupan la savia de las hojas y excretan melaza, favoreciendo el crecimiento de hongos (fumagina). Transmiten virus.	- Control biológico: liberar avispas parásitas (<i>Encarsia formosa</i>). - Rotación de cultivos. - Aplicación de insecticidas
Minadores de hojas	Larvas de moscas o polillas que perforan y crean galerías en las hojas.	Debilitan las hojas al alimentarse de su tejido interno, reduciendo la	- Retirar y destruir hojas afectadas. - Aplicar insecticidas - Introducir enemigos naturales como avispas parasitoides.

		capacidad fotosintética.	
Barrenador del tallo	Larvas de polillas (por ejemplo, <i>Diatraea</i> spp.) que perforan tallos de maíz, arroz y caña de azúcar.	Perforan los tallos, debilitando las plantas y provocando caída de rendimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo con trampas de feromonas. - Aplicar insecticidas sistémicos en etapas iniciales. - Rotar cultivos para interrumpir el ciclo de vida de la plaga.
Trips	Insectos alados de 1-2 mm, color amarillo o marrón.	Raspan la superficie de hojas, flores y frutos, causando manchas plateadas y deformaciones.	<p>Uso de trampas adhesivas azules.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de insecticidas - Promover enemigos naturales como <i>Orius</i> spp.
Gusanos cortadores	Larvas de noctuidos (por ejemplo, <i>Agrotis</i> spp.), de color marrón oscuro y hábito nocturno.	Cortan plántulas al nivel del suelo, afectando cultivos como maíz, tomate y hortalizas.	<ul style="list-style-type: none"> - Preparar bien el suelo antes de la siembra. - Colocar cebos tóxicos (mezcla de afrecho y insecticida). - Aplicar insecticidas
Arañita roja	Ácaro de 0.5-1 mm, color rojizo o verdoso, con capacidad de formar telarañas.	Chupan la savia de las hojas, causando punteado amarillo y deformaciones. Forman colonias grandes en épocas cálidas.	<ul style="list-style-type: none"> - Buen manejo del riego para evitar estrés hídrico. - Aplicar acaricidas como abamectina o azufre mojable. - Inspección frecuente de las hojas.

(Jimenez, 2018)

4.1.2. Enfermedades comunes en los cultivos.

Tabla 13. Enfermedades comunes de los cultivos.

ENFERMEDADES COMÚN	DESCRIPCIÓN	DAÑOS	MEDIDAS DE MANEJO
Mildiu	Hongo (<i>Plasmopara viticola</i> , <i>Peronospora</i> spp.). Aparece en condiciones de humedad elevada.	Manchas amarillas en las hojas, necrosis, caída de hojas y pérdida de calidad en frutos.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de variedades resistentes. - Aplicación de fungicidas específicos (cúpricos o sistémicos). - Buen manejo de riegos. - Mantener adecuada ventilación del cultivo.
Oídio	Hongo (<i>Erysiphe</i> spp., <i>Uncinula necator</i>). Se presenta en condiciones de baja humedad y alta temperatura.	Cubre las hojas, tallos y frutos con un polvo blanco, debilitando la planta y reduciendo la producción.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar azufre o fungicidas específicos. - Eliminar restos vegetales infectados. - Uso de variedades resistentes. - Rotación de cultivos.

Antracnosis	Hongo (<i>Colletotrichum</i> spp.). Afecta varios cultivos como mango, frijol y tomate.	Lesiones oscuras en hojas, frutos y tallos. Causa pérdida de rendimiento y calidad en frutos.	Uso de semillas certificadas. - Aplicación preventiva de fungicidas. - Rotación de cultivos. - Control de malezas hospedantes.
Marchitez bacteriana	Bacteria (<i>Ralstonia solanacearum</i>). Afecta cultivos como tomate, papa y chile.	Marchitez súbita, decaimiento de la planta y necrosis del sistema vascular.	- Uso de cultivos resistentes. - Desinfección del suelo. - Rotación de cultivos con gramíneas. - Control de malezas y drenaje adecuado.
Mancha negra	Hongo (<i>Alternaria</i> spp.). Común en climas cálidos y húmedos.	Manchas circulares oscuras en hojas, tallos y frutos. Reducción del rendimiento y calidad del cultivo.	- Aplicación de fungicidas. - Eliminar restos vegetales infectados. - Controlar condiciones de humedad. - Uso de variedades tolerantes.
Roya	Hongo (<i>Puccinia</i> spp.). Aparece en climas húmedos con temperaturas moderadas.	Pústulas de color óxido en hojas, que debilitan la planta y disminuyen el rendimiento.	- Uso de variedades resistentes. - Aplicación de fungicidas sistémicos. - Evitar excesos de humedad. - Rotación de cultivos.
Podredumbre gris	Hongo (<i>Botrytis cinerea</i>). Afecta cultivos como uva, tomate y fresas.	Moho gris en frutos, tallos y flores. Causa pérdidas en la producción y calidad del fruto.	- Eliminación de restos infectados. - Manejo adecuado del riego. - Aplicación de fungicidas específicos. - Mantener ventilación adecuada en el cultivo.

(Molina, 2016)

4.2. MIP (cultural, químico y biológico)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un enfoque sostenible para el control de plagas que combina diferentes estrategias y métodos de control para minimizar los daños que estas puedan causar a los cultivos, al tiempo que reduce los riesgos para la salud humana, el medio ambiente y la economía.

4.2.1. Beneficios del Manejo Integrado de Plagas

El manejo integrado de plagas mitiga las consecuencias negativas de un enfoque no MIP, y entre los principales beneficios se encuentran los siguientes:

1. Promueve estructuras sanas y plantas saludables.
2. Promueve alternativas sostenibles de manejo de plagas con base biológica.
3. Reduce el riesgo ambiental asociado con el manejo de plagas al alentar la adopción de tácticas de control más benignas para el medio ambiente.

4. Reduce el potencial de contaminación del aire y del agua subterránea.
5. Protege especies no objetivo a través del impacto reducido de las actividades de manejo de plagas.
6. Reduce la necesidad de pesticidas al usar varios métodos de manejo de plagas.
7. Reduce o elimina los problemas relacionados con los residuos de pesticidas.
8. Reduce o elimina las restricciones de intervalo de reingreso.
9. Disminuye la exposición de los trabajadores y público a los pesticidas.
10. Alivia la preocupación del público sobre las prácticas relacionadas con plagas y pesticidas.
11. Mantiene o aumenta la rentabilidad de un programa de manejo de plagas
(BásicaFarm, 2020)

¿Cómo se hace MIP?

El Manejo integrado inicia con el conocimiento de las plagas y enfermedades por parte de los agricultores y los técnicos agrícolas o extensionistas. Conocer con detalle el agente causal de una enfermedad o un insecto es la clave para determinar las estrategias de control a implementar. Estos conocimientos deben buscarse ya sea mediante la observación, la experimentación, o la consulta con expertos.

El proceso para establecer el MIP consta de cinco etapas, cada una con igual importancia. La primera es una etapa de prevención, donde se establecen medidas que busquen que la plaga o la enfermedad no se establezcan dentro del cultivo y que éstas no encuentren un ambiente adecuado para su reproducción y diseminación.

Una vez que se comprueba la presencia de la plaga o el agente causal de la enfermedad se debe establecer un sistema de monitoreo que permita conocer los niveles de presencia. Acá es importante hacer uso de los umbrales de daño económico que han sido establecidos por los expertos o los que se han determinado con base en la experiencia del agricultor. (Rivera, 2017)



4.2.2. Etapas del proceso de toma de decisiones.

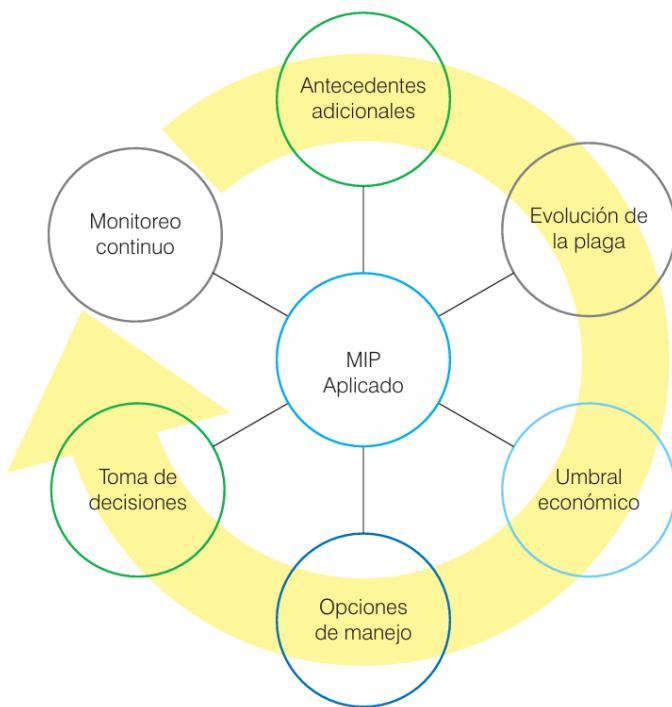


Ilustración 76: Ciclo de toma de decisiones para implementar el MIP.

4.2.3. Consideraciones a tomar en cuenta para practicar MIP.

- Fenología del cultivo en la zona de influencia de la plaga



Ilustración 77: Ejemplo de fenología del cultivo de papa

Biología y comportamiento de la plaga, para conocer los puntos débiles que permitan enfocar un control más efectivo.

- Muestreo y monitoreo para estimar las poblaciones de las plagas y los umbrales de daño económico.
- Dinámica de la población de las plagas.
- Introducción de control biológico como entomopatógenos, depredadores y parasitoides.



Ilustración 78: Muestreo y monitoreo de plagas. (Fuente: Infoagro).

En el Manejo Integrado de Plagas, al incorporar uso de distintos métodos de control, orientado a disminuir al mínimo el uso de insecticidas de síntesis química, protegerán la fauna benéfica existente en el agroecosistema, para incrementar los agentes biológicos presentes en el campo.

4.2.3. Control cultural

Es una estrategia dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP) que utiliza prácticas agrícolas para prevenir, reducir o eliminar las poblaciones de plagas en los cultivos. Estas prácticas se enfocan en modificar el entorno de los cultivos para hacerlo menos favorable para las plagas, dificultando su reproducción, supervivencia y dispersión.

Principales mecanismos de función

1. Impide colonización de plaga en el cultivo
2. Crea condiciones botánicas contrarias reduciendo la supervivencia de la plaga
3. Modifica el cultivo de tal manera que el daño por la plaga sea menor en el mismo.

4.2.4. Principales prácticas de control cultural:

1. **Rotación de cultivos:** Alternar cultivos de diferentes familias botánicas en el mismo terreno para interrumpir el ciclo de vida de las plagas específicas de un cultivo. Ejemplo: Rotar maíz con frijol o gramíneas con leguminosas.
2. **Asociación de cultivos:** Cultivar especies diferentes en la misma área para disminuir la presión de plagas, ya que algunas plantas pueden actuar como repelentes naturales o dificultar el movimiento de las plagas. Ejemplo: Plantar ajo o cebolla junto a hortalizas susceptibles a plagas.
3. **Eliminación de residuos de cultivos:** Retirar y destruir los restos vegetales de cultivos anteriores que puedan servir de refugio o sitio de reproducción para las plagas. Ejemplo: Quemar rastrojos o incorporarlos al suelo de manera adecuada.
4. **Fechas de siembra ajustadas:** Modificar las fechas de siembra para evitar coincidencias con los períodos de mayor actividad de las plagas. Ejemplo: Sembrar antes o después de la temporada de aparición de ciertas plagas.
5. **Densidad de siembra adecuada:** Mantener una distancia adecuada entre las plantas para mejorar la ventilación y reducir la humedad, lo que disminuye la proliferación de plagas y enfermedades. Ejemplo: Evitar siembras densas en cultivos como tomate o maíz.



Ilustración 79: Asocio de cultivos. (Fuente: La huerta)

6. **Control de malezas:** Eliminar malezas que puedan servir como hospedantes alternativos para plagas o enfermedades. Ejemplo: Erradicar malezas como *Amaranthus spp.* para reducir poblaciones de gusanos cortadores.

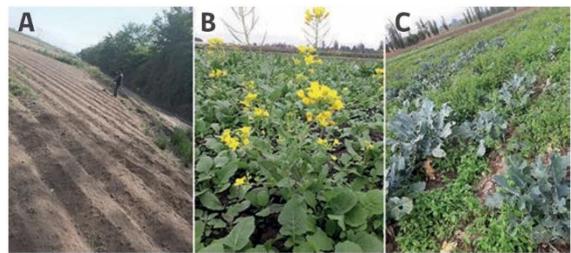


Ilustración 80: A) Preparación suelo. B) Manejo malezas. C) Manejo residuos vegetales.

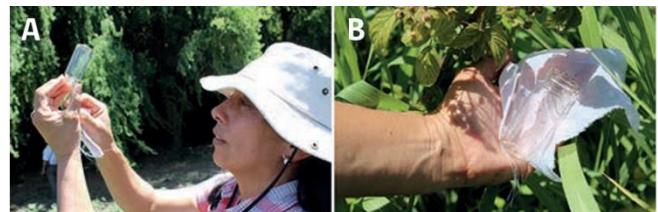
7. **Abonado y manejo del suelo:** Mejorar la fertilidad del suelo para que las plantas sean más saludables y menos susceptibles a ataques de plagas. Ejemplo: Incorporar compost o abonos orgánicos.
8. **Uso de cultivos trampa:** Cultivar plantas que atraigan a las plagas lejos del cultivo principal, permitiendo su control localizado. Ejemplo: Plantar calabaza como cultivo trampa para el control del picudo del pepino.
9. **Siembra escalonada:** Realizar siembras en diferentes momentos para reducir la concentración de plagas en un solo cultivo. Ejemplo: Escalonar la siembra de frijol en parcelas cercanas.
10. **Riego y drenaje adecuados:** Controlar la cantidad y frecuencia del riego para evitar condiciones que favorezcan plagas, como alta humedad o estrés hídrico. Ejemplo: Evitar encharcamientos que favorezcan insectos como mosquitos o nematodos. (INIA, 2022)



Ilustración 81: Trampa Amarilla Pegajosa

4.2.5. Control biológico.

Es una estrategia dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP) que utiliza organismos vivos, como depredadores, parásitoides o patógenos, para reducir o mantener bajo control las poblaciones de plagas. Este método es una alternativa sostenible a los plaguicidas químicos, ya que aprovecha los enemigos naturales de las plagas para mantener el equilibrio ecológico.



Principales agentes de control biológico:

Ilustración 82: Liberación de microabispas. (Fuente: INIA2022)

1. Depredadores: Se alimentan de varias presas durante su vida. Ejemplos: Mariquitas (*Coccinella septempunctata*) que

consumen pulgones. Crisopas (*Chrysoperla spp.*), depredadoras de ácaros y larvas de insectos pequeños.

2. Parasitoides: Organismos que completan su ciclo de vida dentro o sobre el cuerpo de una plaga, causando su muerte. Ejemplos: Avispas como *Trichogramma spp*, que parasitan huevos de insectos plaga. *Aphidius colemani*, que ataca pulgones.
3. Patógenos: Microorganismos como hongos, bacterias, virus o nematodos que infectan y matan a las plagas. Ejemplos: *Bacillus thuringiensis* (bacteria) para el control de larvas de lepidópteros. *Metarhizium anisopliae* (hongo) utilizado contra insectos de suelo. (P. Larral, s.f.)

Ventajas del control biológico:

- Es seguro para el medio ambiente, los humanos y otros organismos no objetivo.
- Reduce la dependencia de plaguicidas químicos.
- Favorece la sostenibilidad agrícola al mantener el equilibrio ecológico.
- Tiene efectos a largo plazo cuando los enemigos naturales se establecen.

4.2.6. Control químico

Una de las tácticas más utilizadas en el manejo tradicional de plagas es el control químico o uso de plaguicidas para disminuir las plagas, sólo en casos necesarios, cuando la plaga alcanza los índices de umbral de daño económico y no existe otra forma de impedir el daño al cultivo. Debe ser selectivo y se deben usar dosis bajas, con el fin de que se ejerza control y que no se destruya la fauna beneficiaria. En esta forma se ocasiona el menor daño posible al agroecosistema. (Infoagro, 2020)



Ilustración 83: Aplicación de control químico en cultivos.

Los insecticidas, herbicidas y fungicidas permiten un control rápido y efectivo de infestaciones severas. Sin embargo, su uso debe ser cuidadoso y estratégico:

- **Selección de productos específicos:** Optar por productos que actúen de forma selectiva para evitar afectar a los enemigos naturales de las plagas.
- **Aplicaciones programadas:** Implementar un calendario de aplicaciones para evitar la resistencia de las plagas a los productos químicos.
- **Monitoreo constante:** Evaluar el impacto de los tratamientos químicos y ajustar las estrategias según la evolución de las plagas y la salud de los cultivos.

4.2.6. Clasificación de los plaguicidas en el control químico.

1. Por su acción:

- **De contacto:** Actúan al entrar en contacto directo con la plaga. Ejemplo: piretroides como cipermetrina.
- **Sistémicos:** Son absorbidos por la planta y transportados por sus tejidos; afectan a las plagas que se alimentan de ella. Ejemplo: imidacloprid.
- **Ingestivos:** Actúan cuando la plaga consume el producto aplicado en la planta. Ejemplo: clorpirifos.

2. Por el tipo de plaga:

- **Insecticidas:** Controlan insectos. Ejemplo: deltametrina.
- **Fungicidas:** Controlan enfermedades causadas por hongos. Ejemplo: mancozeb.
- **Herbicidas:** Eliminan malezas. Ejemplo: glifosato.
- **Nematicidas:** Controlan nematodos. Ejemplo: oxamil.
- **Acaricidas:** Controlan ácaros. Ejemplo: abamectina.

3. Por su origen:

- **Sintéticos:** Producidos químicamente en laboratorios. Ejemplo: organofosforados.
- **Naturales:** Derivados de productos naturales. Ejemplo: piretrinas obtenidas de flores de crisantemo.

4.3. Fitomejoramiento

El fitomejoramiento, también conocido como mejoramiento genético en plantas, es el proceso de modificación y mejora de las características de los cultivos mediante la manipulación de sus genes. Su objetivo es desarrollar variedades de plantas con rasgos deseables, como mayor rendimiento, resistencia a enfermedades y plagas, adaptación a diferentes condiciones ambientales y una mayor calidad nutricional.

A través del fitomejoramiento, los agricultores pueden obtener cultivos más productivos y rentables, lo que contribuye a la seguridad alimentaria y a un sistema agrícola sostenible.

4.3.1. Importancia del fitomejoramiento en la agricultura

El fitomejoramiento juega un papel crucial en la agricultura moderna debido a los siguientes motivos:

- **Aumento de la demanda alimentaria**

Con una población mundial en constante crecimiento, la necesidad de producir más alimentos es imperativa. El fitomejoramiento permite desarrollar variedades de cultivos que producen rendimientos más altos, lo que ayuda a satisfacer la demanda creciente de alimentos.

- Resistencia a enfermedades y plagas

Las enfermedades y plagas representan una amenaza constante para los cultivos, lo que puede resultar en pérdidas significativas para los agricultores. A través del fitomejoramiento, se pueden desarrollar variedades más resistentes a estas amenazas bióticas, lo que disminuye el uso de defensivos o herbicidas y aumenta la sostenibilidad agrícola.

- Adaptación al cambio climático

El cambio climático presenta desafíos para la agricultura, como sequías más frecuentes o cambios en los patrones de lluvia. El fitomejoramiento ayuda a desarrollar cultivos más tolerantes a condiciones adversas, lo que garantiza una producción más estable, confiable y sustentable.

- Mejora de la calidad nutricional

El fitomejoramiento también se enfoca en mejorar la calidad nutricional de los cultivos, aumentando su contenido de nutrientes esenciales. Lo que puede generar un impacto significativo en la salud y el bienestar de la población. A pesar de su importancia, el fitomejoramiento enfrenta desafíos, como la necesidad de equilibrar la mejora de características deseables con la conservación de la diversidad genética y la adaptación a un entorno en constante cambio.

Las Buenas Prácticas Agrícolas son importantes porque refuerzan los métodos agrícolas responsables, desde la selección del lugar y la preparación del terreno hasta la cosecha y la manipulación.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), las BPA aplican los conocimientos disponibles para abordar la sostenibilidad medioambiental, económica y social de los procesos de producción y postproducción en las explotaciones, lo que da lugar a productos agrícolas seguros y saludables.

La aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas puede mejorar los medios de vida de los productores y la economía local en su conjunto, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos nacionales de desarrollo o objetivos de desarrollo sostenible.

4.3.2. Técnicas tradicionales de fitomejoramiento

Durante siglos, los agricultores han empleado técnicas tradicionales de fitomejoramiento para mejorar las características de sus cultivos de manera selectiva. Estas prácticas, basadas en la observación y el conocimiento empírico, han sido fundamentales para el desarrollo de variedades de plantas más adaptadas y productivas.

A continuación, se presentan algunas de las técnicas tradicionales más utilizadas en el fitomejoramiento:

1. Selección de semillas

La selección de semillas es una de las técnicas más antiguas de fitomejoramiento. Los agricultores observan cuidadosamente las plantas de mayor rendimiento, resistencia o calidad y recolectan sus semillas para la próxima siembra. Con el tiempo, esta selección repetida de semillas mejora las características deseables en las generaciones futuras.

2. Cruce o hibridación

La hibridación es otra técnica tradicional que implica cruzar deliberadamente dos plantas con rasgos complementarios. Por ejemplo, se pueden cruzar variedades con alta resistencia a enfermedades y altos rendimientos para obtener descendencia que combine ambas características. La hibridación puede aumentar la diversidad genética y mejorar la adaptación de los cultivos a diferentes condiciones ambientales.

3. Autopolinización y endogamia

La autopolinización consiste en la polinización de una flor por su propio polen, lo que puede llevar a la autofecundación. La endogamia implica cruzar plantas estrechamente relacionadas para concentrar ciertos rasgos deseables en la descendencia. Estas técnicas pueden ayudar a estabilizar rasgos genéticos específicos en una población de plantas.

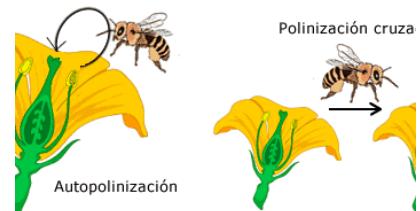


Ilustración 84: Tipos de polinización. (Fuente: Educación ambiental).

4. Clonación

La clonación es una técnica en la que se propagan plantas idénticas genéticamente a partir de una sola planta madre. Esta técnica se utiliza para mantener características específicas y asegurar que las características deseables de una planta se conserven en todas las generaciones.

5. Polinización Controlada

Se trata de una técnica que controla la polinización de las plantas para evitar la polinización cruzada no deseada. Esto asegura que los rasgos genéticos deseados se mantengan en la descendencia y se evite la introducción de genes no deseados (Solano, 2023).

4.4. Buenas prácticas agrícolas y forestales

Las buenas prácticas agrícolas (bpa) se definen como un conjunto de acciones o prácticas que se realizan en una explotación agrícola, tendientes a reducir los peligros químicos, físicos y microbiológicos. Están orientadas a obtener productos inocuos (sanos-limpios), mejorar las condiciones de los trabajadores (salud y bienestar) y proteger el medio ambiente, con métodos ecológicamente seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles. (Gallo, 2020)

El objetivo principal es adoptar un enfoque holístico y responsable hacia la producción de alimentos que beneficie tanto a los agricultores como al medio ambiente.

Principios generales que rigen las buenas prácticas agrícolas:

- Producir suficientes alimentos, que sean seguros y nutritivos, al tiempo que se trata de que su producción sea económica y eficiente.
- Utilizar los recursos naturales de manera responsable y priorizar su recuperación.
- Constituir una medio de vida sostenible que permita la creación de empresas agrícolas sustentables.
- Satisfacer las demandas sociales y culturales de la población.



4.4.1. Pilares de las BPA

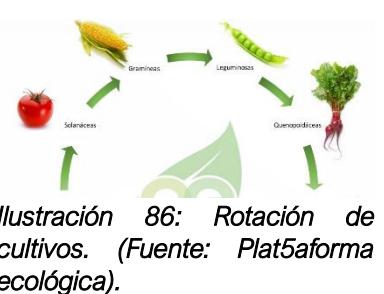
4.4.2. Ejemplos de buenas prácticas agrícolas y forestales

1. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es una técnica agrícola que consiste en alternar diferentes cultivos en un mismo terreno para evitar el agotamiento del suelo y reducir el riesgo de enfermedades y plagas. Esta práctica ayuda a mantener la fertilidad del suelo y a mejorar la calidad de los cultivos.

2. Agricultura de conservación

La agricultura de conservación es un conjunto de técnicas agrícolas que tienen como objetivo reducir la erosión del suelo y



mejorar su calidad. Algunas de estas prácticas incluyen la siembra directa, el uso de cultivos de cobertura y la rotación de cultivos.

4. Uso de abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son aquellos que provienen de materiales naturales, como estiércol, compost o restos vegetales. Estos abonos son una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente que los abonos químicos, ya que no contaminan el suelo ni las aguas subterráneas.



Ilustración 87: Tipos de abonos orgánicos.

4. Agroforestería

La agroforestería es una práctica agrícola que combina la agricultura con la silvicultura. Se trata de una técnica que consiste en plantar árboles en los campos de cultivo para mejorar la calidad del suelo, reducir la erosión y aumentar la biodiversidad.

5. Riego por goteo

El riego por goteo es una técnica de riego que consiste en aplicar el agua de manera lenta y constante directamente en las raíces de las plantas. Esta técnica reduce el desperdicio de agua y mejora la calidad de los cultivos, ya que evita que el agua se evapore antes de llegar a las raíces.

6. Control biológico de plagas

El control biológico de plagas es una técnica agrícola que consiste en utilizar organismos vivos, como insectos o bacterias, para controlar las plagas de manera natural. Esta práctica es más sostenible y respetuosa con el medio ambiente que el uso de pesticidas químicos.

7. Uso de semillas locales

El uso de semillas locales es una práctica agrícola que consiste en utilizar semillas que han sido cultivadas y adaptadas a las condiciones climáticas y geográficas de la región. Estas semillas son más resistentes a las enfermedades y plagas, y su cultivo contribuye a la conservación de la biodiversidad.

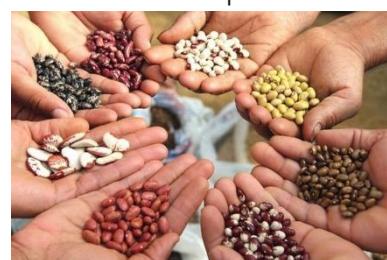


Ilustración 88: Semillas criollas.

8. Agricultura urbana

La agricultura urbana es una práctica agrícola que consiste en cultivar alimentos en zonas urbanas, como azoteas, balcones o jardines comunitarios. Esta práctica contribuye a la seguridad alimentaria de las ciudades y fomenta la participación ciudadana en la producción de alimentos.

9. Agricultura de precisión

La agricultura de precisión es una técnica agrícola que utiliza tecnologías como el GPS y la teledetección para optimizar el uso de los recursos y mejorar la productividad de los cultivos. Esta práctica reduce el desperdicio de agua y fertilizantes, y mejora la calidad de los cultivos.

10. Agricultura regenerativa

La agricultura regenerativa es una práctica agrícola que tiene como objetivo regenerar el suelo y restaurar la biodiversidad. Esta técnica combina diferentes prácticas agrícolas, como la rotación de cultivos, la agroforestería y el uso de abonos orgánicos, para mejorar la salud del suelo y producir alimentos más saludables y sostenibles.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PERTINENTES SUGERIDAS:

- A1. Presentar el contenido del módulo de forma general.
- A2. Establece medidas para identificar plagas y enfermedades en cultivos agrícolas y forestales
- A3. Aplicar manejo integrado de plagas MIP en los cultivos agrícolas y forestales.
- A4. Instalación de bancos de semillas para rescatar las plantas ancestrales de la zona.

HERRAMIENTAS O PLATAFORMAS DIGITALES SUGERIDAS:

Herramienta	Descripción
Google Classroom	Crear un aula virtual para compartir materiales, asignar tareas y fomentar la colaboración entre estudiantes.
Google Lens	Usar el móvil para tomar fotos de las plantas y buscar información sobre plagas y enfermedades.
YouTube	Visualizar videos sobre identificación y manejo de plagas comunes en la agricultura.
Kahoot	Se utiliza para evaluar conocimientos, motivar a los estudiantes y reforzar aprendizajes de manera divertida.
Plantix	Identificar plagas, enfermedades y deficiencias nutricionales en cultivos a través de fotos y recibir consejos para manejarlas.
Trello (organización de tareas)	Planificar actividades del MIP, como control biológico o aplicación de fertilizantes, en tableros visuales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

- CE5.1 Aplica protocolos para la identificación de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas y forestales
- CE5.2 Aplica MIP en cultivos agrícolas y forestales
- CE5.3 Aplica protocolos para la Identificación de variedades vegetales tolerantes a plagas, enfermedades aptas a la zona
- CE5.4. Rescata plantas ancestrales de la zona mediante el establecimiento de bancos de semillas

METODOLOGIA DE EVALUACIÓN:

METODOLOGÍA EVALUACIÓN	DE	FORMA DE APLICACIÓN
Observación directa con registro fotográfico		Los estudiantes identifican plagas y enfermedades en el campo, toman fotos y completan una ficha con características.
Evaluación por rúbricas		Evaluar la implementación de un plan de MIP considerando criterios como creatividad, sostenibilidad y factibilidad.
Cuadro comparativo		Comparar ventajas y desventajas de los métodos culturales, biológicos y químicos en un cuadro.
Diario de prácticas		Los estudiantes registran actividades realizadas, como preparación del suelo, riego o compostaje.
Mapeo visual de problemas		Crear un mapa dibujado en clase donde ubiquen cultivos afectados y sugieran soluciones.

EVALUACIÓN:

Para evaluar las metodologías, se emplearán actividades prácticas, proyectos grupales y observaciones directas donde los estudiantes puedan participar en talleres donde analicen problemas reales y propongan soluciones, realizar proyectos que incluyan la recopilación y análisis de datos básicos, o ser evaluados en campo mediante listas de cotejo mientras aplican lo aprendido. Estas estrategias permitirán observar no solo la comprensión teórica, sino también la capacidad de aplicar conocimientos de manera práctica, fomentando la participación activa y el aprendizaje significativo.

Las tecnologías de la producción son fundamentales para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en los sistemas agrícolas. Su aplicación incluye el uso de maquinaria, riego tecnificado, biotecnología y herramientas digitales para optimizar el rendimiento de los cultivos. Estas innovaciones permiten reducir costos, minimizar el impacto ambiental y aumentar la productividad. La adopción de nuevas tecnologías es clave para el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria.

5.1 Acuaponía.

La acuaponía es un sistema de producción que integra la acuicultura y la hidroponía, se destaca por su capacidad de producir alimentos de forma sostenible, promoviendo el reciclaje de nutrientes, el uso eficiente del agua y generando alimentos de alta calidad e inocuidad (Cifuentes, 2023).

Para su óptimo funcionamiento, los sistemas acuapónicos tienen como base fundamental el equilibrio biológico entre peces, plantas y microorganismos, siendo estos últimos esenciales para garantizar los parámetros de calidad en el agua, la supervivencia y el desarrollo adecuado de animales y plantas (Cifuentes, 2023)



Ilustración 89: Instalaciones de sistema acuapónico. Red ITC-CEMG San José.

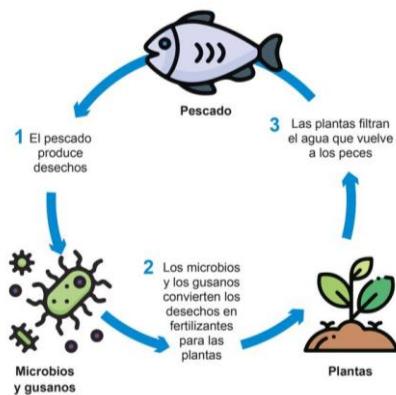


Ilustración 90: Ciclo de la Acuaponía, Rodrigo 2021.

Los sistemas acuapónicos se caracterizan por su alto grado de estabilidad ambiental, por ser sistemas fácilmente adaptables en función de las condiciones económicas y geoclimáticas de la zona donde se deseen implementar. Aspectos como las plantas, los peces, la infraestructura e incluso el tipo de agua pueden llegar a ser modificados y adaptados según el objetivo de cada productor (Cifuentes, 2023).

Los sistemas acuapónicos se han establecido a nivel mundial desde pequeños prototipos hasta el nivel comercial con grandes infraestructuras, mostrando ventajas relacionadas con:

- La reducción en el uso de agua en los cultivos.
- La disminución en el uso de agroquímicos.
- El ahorro en el uso de fertilizantes durante el proceso productivo, pues los nutrientes requeridos por la planta se obtienen de las excreciones de los peces, lo cual permite la producción de alimentos bien valorados en mercados de países desarrollados, por su menor nivel de compuestos químicos y tendencia productiva orgánica. (Cifuentes, 2023)

Las especies vegetales más recomendadas para este tipo de sistemas son las hortalizas de hoja ancha y las denominadas aromáticas, las cuales suelen ser especies de cultivo de ciclo corto y de rápido crecimiento. Entre las primeras destacan las variedades de *Lactuca sativa* L. (“lechuga”) y entre las del segundo grupo, *Ocimum basilicum* L. (“albahaca”), *Mentha x piperita* L. (“menta”) y *Origanum vulgare* L. (“orégano”). Con respecto a las especies de peces, las más utilizadas suelen ser: *Oreochromis niloticus* L. (“mojarra tilapia”) en climas cálidos y *Oncorhynchus mykiss* Walbaum (“trucha arcoíris”), en climas de templados a fríos. (Juan A. Perez, 2024).

5.1.1 Generalidades y componentes.

Para el desarrollo exitoso de un proyecto acuapónico, se deberá definir primariamente el objetivo de producción y establecer un plan de manejo (tanto del componente piscícola como del vegetal), con el objetivo de poder dimensionar y cuantificar las estructuras y los distintos componentes; planificando la construcción y los materiales a utilizar. (Condarle, 2015).

Posteriormente se debe seleccionar el sitio donde se establecerá la estructura, buscando un lugar que cuente con condiciones beneficiosas, pudiendo ser las terrazas de casas, patios, o terrenos dependiendo la magnitud del proyecto, tomando en cuenta que sea accesible y con servicios básicos. Estos pueden condicionarse junto con invernaderos con el objetivo de tener las condiciones climáticas controladas (Condarle, 2015).

Componentes:

- Tanques para alojamiento de los peces.
- Tanques clarificadores.
- Biofiltro.
- Contenedores
- Sustrato. (Condarle, 2015)



Ilustración 91: Visita a instalación de sistema acuapónico, Red ITC-CEMG San José.

5.1.2 Tipos de sistemas Acuapónicos.

Existen 2 modelos diferenciados para el montaje de un sistema acuapónico denominados Cultivo de aguas profundas (o balsas flotantes) y lechos de sustratos. Cada uno de estos modelos, presenta características diferentes, por lo que mantienen ventajas y desventajas uno respecto del otro, a la hora de compararlos. Estas características influyen a la hora de seleccionar el sistema más apropiado para su montaje, según el objetivo de cada producción. (Condarle, 2015)

- **Cultivo de aguas profundas:**

Se caracterizan por el gran volumen de agua que hace las veces de reservorio del sistema, además de alojar al componente vegetal del mismo. Estos reservorios, pueden construirse con cajones, bateas, artesas, etc., los que se llenan enteramente, y flotando en ellos, se colocan planchas de hielo seco (poliestireno expandido) u otro material que tenga esta característica de flotabilidad, en el cual se realizan perforaciones que alojen, en recipientes rasurados, los vegetales a cultivar.

- **Lechos de sustrato:**

Esta modalidad tiene similitudes con el cultivo de aguas profundas en las estructuras, excepto que aquí los lechos se encuentran enteramente llenos de algún tipo de material inerte, elemento que brindará una serie de beneficios al sistema.

La primera función que cumple el sustrato utilizado en los lechos, es brindar una importante superficie de contacto para el alojamiento y colonización de las bacterias nitrificantes; destacándose como el método más eficiente con respecto al proceso de nitrificación, evitando la necesidad de instalación de un biofiltro, el mismo sustrato puede combinarse en proceso de filtración mecánica, ya que en él pueden retenerse desechos sólidos que pueden venir del estanque de peces.

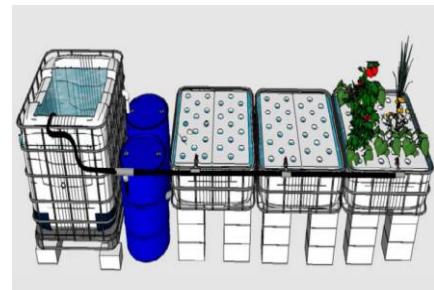


Ilustración 92: diseño a baja escala de sistema lechos de sustrato, Condarle (2015)



Ilustración 93: diseño a baja escala de sistema lechos de sustrato, Condarle (2015)

5.2 Hidroponía.

Hidroponía, es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo. La hidroponía permite en estructuras simples o complejas producir plantas principalmente de tipo herbáceo aprovechando sitios o áreas como azoteas, suelos infértilles, terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no, etc. A partir de este concepto se

desarrollaron técnicas que se apoyan en sustratos (medios que sostienen a la planta), o en sistemas con aportes de soluciones de nutrientes estáticos o circulantes, sin perder de vista las necesidades de la planta como la temperatura, humedad, agua y nutrientes. (Juan A. Perez, 2024)

Componentes de los sistemas hidropónicos.

Cada componente está estrechamente relacionado entre sí, dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Planta
- Sustrato
- Contenedor
- Solución nutritiva
- Riego y drenaje
- Condiciones climáticas (Oasis Grower Solution, 2018)

5.2.1 Planta.

La planta es el componente más importante de los sistemas hidropónicos, ya que de la correcta funcionalidad de los demás componentes dependerá la calidad de planta que se tenga, y por tanto, los rendimientos. (Oasis Grower Solution, 2018)

Las plantas que comúnmente se cultivan en hidroponía son especies de alto valor comercial, las cuales se aprovechan por sus usos alimenticios u ornamentales, dentro de ellas podemos mencionar:

- Hortalizas de hoja: Lechuga, acelga, espinaca, col, apio, arúgula, berros.
- Hortalizas de flor: Brócoli, coli-or, alcachofa, etc.
- Hortalizas de fruto: Tomate, pimiento morrón, pepino, chile manzano, melón, sandía, calabacín, berenjena y fresa, etc.
- Especias aromáticas: Albahaca, menta, cilantro, perejil.
- Ornamentales: Rosas, anturios, nochebuenas, orquídeas, crisantemos, liris, gerberas, etc. (Oasis Grower Solution, 2018)

Dentro de las consideraciones que se deben tomar en cuenta para obtener una productividad eficaz es el cuidado de la raíz la cual se debe cumplir con las siguientes condiciones

- Agua, la necesaria todo el tiempo.
- Nutrientos minerales esenciales (en cantidades suficientes y balanceadas).
- Oxígeno suficiente para la respiración celular.
- Temperatura adecuada para el funcionamiento óptimo de la raíz.
- Sin plagas, inóculos de enfermedades o malezas.
- Sin sales nocivas, elementos tóxicos o desbalances de pH y CE.

- Oscuridad.
- Espacio para crecer lo necesario para funcionar bien (Oasis Grower Solution, 2018).

5.2.2 Sustrato.

Son materiales distintos al suelo que permite la germinación y el anclaje de las raíces de la plantas, los cuales se pueden clasificar por su origen en:

- **Sustratos orgánicos:**
 - Naturales: Sujetos a descomposición biológica, peat-moss y turbas.
 - Subproductos y residuos de actividades agrícolas, industriales y urbanas: fibra de coco, aserrín, cortezas, virutas de madera, cascarilla de arroz, entre otros.
 - De Síntesis: Polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante una síntesis química: espuma de poliuretano, poliestireno expandido, espuma fenólica.
- **Sustratos inorgánicos:**
 - Naturales: Que se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso y no requieren un proceso de transformación, como la arena de río, arena de minas, arena de mar, gravas, tepozal, tezontle y piedra.
 - Procesados: Son aquellos que han sufrido algún proceso para su obtención como la perlita, vermiculita, lana de roca y arcilla expandida.
 - Residuos y subproductos industriales: Escorias de alto horno, estériles de carbón (Oasis Grower Solution, 2018).

¿Cómo saber cuál es el sustrato ideal para nuestro cultivo hidropónico?

podríamos definir al sustrato ideal como un material inerte y estéril, el cual debe proporcionar a la planta un balance adecuado de agua y oxígeno ideal para su mejor crecimiento. Un buen sustrato debería tener un comportamiento similar a una esponja: porosidad alta, buena capacidad de retención de agua fácilmente disponible, drenaje rápido, buena aireación, adecuada distribución del tamaño de las partículas, baja densidad aparente y estabilidad (Oasis Grower Solution, 2018).

5.2.3 Contenedor

Es el componente de los sistemas hidropónicos que como su nombre lo indica, contiene al sustrato y/o solución nutritiva, y por lo tanto, alberga a la raíces.

- **Características y formas:**

Básicamente deben cumplir con dos características derivadas de las condiciones óptimas para el desarrollo de las raíces de las plantas: impedir la luz y ser del tamaño necesario, pero también deberán estar fabricados de materiales inertes que no liberen sustancias tóxicas o que

reaccionen con la solución nutritiva, prefiriéndose así los de plástico, PVC (Oasis Grower Solution, 2018).

Las formas dependen principalmente del sistema hidropónico elegido, destacándose las bolsas y sacos de plástico, macetas, tubos (ya sea colocados de en posición horizontal o vertical), canaletas, tinas o camas de cultivo construidas a medida (Oasis Grower Solution, 2018).

5.2.4 Solución nutritiva.

La nutrición de las plantas en hidroponía, se brinda a través de una solución nutritiva balanceada y equilibrada que se formula a partir de un análisis de agua, la especie vegetal a cultivar, su etapa fenológica y las condiciones ambientales que se tengan (Zarate, 2015).

Para preparar una fórmula específica, se puede hacer uso de los fertilizantes para cultivos en suelo, de los cuales hay variadas fuentes para cada uno de los macro y microelementos. Al igual que con los fertilizantes hidropónicos comerciales, puede optarse por una sola fórmula durante todo el ciclo de crecimiento, o bien, usar diferentes fórmulas, dependiendo de la etapa en que se encuentre el cultivo. (Zarate, 2015)

La aplicación de solución nutritiva dependerá del tipo de sustrato y sistema de riego que se instale en el cultivo hidropónico. El programa de fertilización estará determinado por la especie en cultivo y por la estación del año. Durante los meses de bajas temperaturas, la fertilización se hará una o dos veces por semana, y durante los cálidos, tres o cuatro veces por semana. El resto de los días se regará con agua sola. (Zarate, 2015).

- **Objetivo central del riego como componente de los sistemas hidropónicos.**

Es poner la solución nutritiva a disponibilidad de las raíces de las plantas y satisfacer las necesidades hídricas y de nutrientes de los cultivos, en el momento adecuado y con la cantidad necesaria (Oasis Grower Solution, 2018).

En la mayoría de los sistemas hidropónicos la solución nutritiva está contenida en tanques de cultivo o en tanques de abastecimiento y es conducida a través de tuberías y mangueras para liberarla lo más cerca de las raíces de cada planta.

Los criterios para regar van desde los más sencillos como dependiendo de cómo se ve la planta, en base a la radiación acumulada, por básculas, por análisis de curvas de drenaje o por referencias (Oasis Grower Solution, 2018).

Independientemente del criterio que se tenga para regar, en los sistemas hidropónicos con sustrato es primordial hacer mediciones de volumen, pH y conductividad eléctrica del agua de riego y drenaje, ya que finalmente son los mejores indicadores de que tan bien o mal se está regando y así poder hacer ajustes en los riegos.

Dependiendo de si las cantidades del drenaje del exceso de la solución nutritiva aplicada en el riego, son recuperadas y reusadas, los sistemas pueden clasificarse en sistemas abiertos o sistemas cerrados. Los sistemas abiertos no recirculan la solución nutritiva, los sistemas cerrados sí. (Oasis Grower Solution, 2018)

- **Técnica del film nutritivo – NFT.**

Este método se basa en el montaje de caños agrupados, que pueden ser de distintas longitudes y diámetros, utilizados como canaletas en las que corre una fina película de agua, con solución nutritiva, para luego volcarlas en un reservorio; de tal forma que fluyan hacia el sistema nuevamente. Dichas cañerías (generalmente plásticas), poseen ranuras donde se colocan los vegetales en algún recipiente plástico rasurado, manteniendo suspendidas sus raíces en contacto con la película de la solución circulante (Condarle, 2015).

Dentro de las ventajas que presentan los sistemas verticales es el aprovechamiento del espacio en lugares reducidos, obteniendo así, altos rendimientos de producción por superficie, el sistema como tal muestra ventajas en cuanto a la buena oxigenación, al estar la película del agua en contacto con abundante aire dentro de las canaletas, es el método que utiliza el menor volumen de agua esta diferencia de volumen, también suele provocar una concentración mayor de nutrientes en el agua que en los otros sistemas, por lo que se debe considerar de importancia al momento de evaluar el balance de cargas del sistema. (Condarle, 2015).

5.3 Aeroponía.

La aeroponía es un proceso de cultivo aéreo en el que no se hace uso de suelo. El principio básico de esta técnica es el desarrollo de las plantas en un entorno cerrado, dentro del cual se rocían sus raíces (colgantes) con una disolución acuosa rica en nutrientes. Esto se logra gracias a unos aspersores dentro del sistema que cada cierto tiempo expulsan la solución. (Vergara, 2024)

El principio básico de la aeroponía es que es un método seguro y ecológico para la producción de plantas y cultivos saludables, el cual permite mayor acceso al oxígeno, y en hacer crecer a las plantas en un medio o entorno cerrado. serni cerrado o al descubierto, regado con una solución rica en nutrientes a las raíces que se encuentran suspendidas en el aire, las cuales se sostienen con diversas estructuras de conducción o de apoyo. que funcionan como sostén del tallo de la planta con hilo de rafia o alambre que sostiene el follaje y el peso de los frutos del cultivo que se trate (Aquino, 2013).



Ilustración 94: Ilustración de sistema hidropónico, técnica NFT. Condarle (2015)

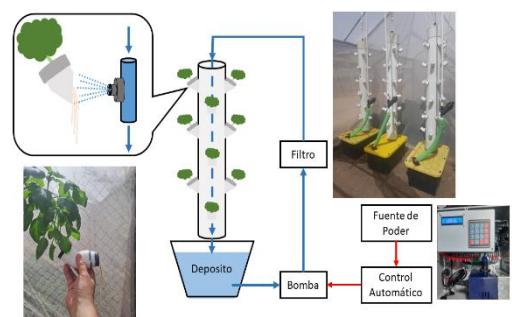


Ilustración 95: esquema de Aeroponía. Vergara (2024).

5.3.1 Componentes del sistema aeropónico.

- **Raíces suspendidas en el aire:** Las raíces de las plantas están expuestas al aire, lo que permite una excelente oxigenación y absorción de nutrientes.
- **Sistema de nebulización o aspersión:** Se utiliza para rociar las raíces con una niebla fina que contiene una mezcla de agua y nutrientes, facilitando su absorción. Este sistema puede ser controlado de manera automatizada para garantizar un suministro adecuado.
- **Tanque de nutrientes:** En este tanque se almacena la solución nutritiva que alimenta a las plantas. La solución suele ser una mezcla de agua y fertilizantes minerales que proporcionan los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas.
- **Bomba de agua o sistema de riego:** Este sistema bombea la solución nutritiva desde el tanque hacia los aspersores que nebulizan el líquido sobre las raíces.
- **Controlador de humedad y temperatura:** Para optimizar el crecimiento de las plantas, se requiere un control preciso de las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad.
- **Soporte para las plantas:** Las plantas pueden estar sostenidas por un soporte especial, como tubos o redes, que permiten la suspensión de las raíces. (Aquino, 2013)

5.3.2 Tipos de sistemas aeropónicos

Existen sistemas aeropónicos que permiten la producción de diversos cultivos los más utilizados son los que se describen a continuación:

- **Sistemas de baja presión:** es el tipo más utilizado, ya que es muy fácil de instalar y conseguir. Posee una bomba de agua normal que crea gotas de agua de un tamaño mayor a la de los otros tipos de aeroponía. Es la mejor opción cuando se quiere crear un pequeño jardín aeropónico en casa (Vergara, 2024).
- **Aeroponía de alta presión:** este tipo es el más eficiente, ya que (gracias a su bomba de mayor presión) permite que el oxígeno entre con mayor facilidad a las raíces por medio de gotas de solución de 50 micrones o menos, (Vergara, 2024).
- **Aeroponía por nebulizador ultrasónico:** este tipo de aeroponía es muy interesante, ya que los nebulizadores atomizan el agua a partículas tan pequeñas que provocan una neblina por la cual las raíces absorben el agua necesaria. Sin embargo, puede traer problemas como la obstrucción de los nebulizadores. (Vergara, 2024)

La **aeroponía** es una tecnología innovadora que ofrece una forma eficiente y sostenible de cultivar plantas sin suelo. Aunque presenta muchas ventajas, como el ahorro de agua, el crecimiento acelerado y el control sobre el ambiente de cultivo, también tiene ciertas limitaciones, como su costo inicial y la dependencia de la tecnología. Sin embargo, es una excelente opción para la agricultura en espacios urbanos y para quienes buscan métodos más sostenibles y de mayor rendimiento, (Cultivos Hidropónicos, 2024).

5.4 Invernaderos

Es una construcción agrícola translúcida, que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plantas de cultivo establecidas en su interior con cierta independencia del medio exterior. La mayoría de invernaderos son de estructura metálica cubierta con materiales tan diversos como vidrio, plásticos, placas de policarbonato, PVC o acrílico, y su objetivo es aislar el cultivo del medio (frío, insectos y lluvia). (Oasis Grower Solution, 2018)



Ilustración 96: Estudiantes de la EAPO en proceso de preparación de suelo para cultivo bajo invernadero, Red ITC proyecto PRONADER- EAPO 2022.

5.4.1 Características de un invernadero.

- **Resguarda de altas y bajas temperaturas:**

Al estar totalmente hermético, protege a los cultivos tanto de las altas temperaturas como de las bajas, sobre todo de las bajas ya que en épocas de frío es más difícil disponer de una buena cosecha por ello, las estaciones de invierno y otoño son en las que más se trabaja en estos espacios. (Oasis Grower Solution, 2018)

- **Aprovecha la radiación solar:**

La orientación de un espacio como este es una de las claves para que se pueda obtener una buena cosecha. Debe de estar orientado con su eje longitudinal de este a oeste. (Oasis Grower Solution, 2018)

- **Evita la pérdida de calor:**

Al poder controlar la temperatura y la humedad de los invernaderos, se evita la pérdida de calor, algo que es perjudicial para el buen desarrollo de los cultivos. (Juan A. Perez, 2024)

- **Desinfección o cámara Fitosanitaria:**

Básicamente es un espacio a la entrada del invernadero (en invernaderos grandes, una antecámara) donde vamos a poder desinfectar nuestro calzado, manos y muchas veces hasta el vestuario, antes de pasar al invernadero, para no llevar hongos y enfermedades al mismo. (Ricardo H. Villaseñor, 2024)

- **Sistema de riego:**

Es de suma importancia contar con un sistema de riego lo más avanzado posible, ya que debido a la alta inversión que conlleva implementar un invernadero, no se le sacaría el mayor provecho a dicha estructura, por lo que es recomendable instalar un sistema de riego automatizado para que la estructura sea realmente aprovechable. (Ricardo H. Villaseñor, 2024)

5.4.2 Clasificación de los invernaderos

Los invernaderos se clasifican en dos clases:

Clase A- Estructuras de Invernaderos Unitarios o en batería:

Son invernaderos individuales o agrupados en batería, con estructuras independientes que permiten controlar de forma más precisa las condiciones climáticas de cada uno. Son comunes en cultivos de alta tecnología. (Ricardo H. Villaseñor, 2024)



Ilustración 97: cultivo bajo invernadero tipo sierra. Villaseñor (2024)

Clase B- Estructuras tipo Casa-Sombra y Macro túneles:

Incluye estructuras más simples y económicas, como las casas-sombra y los macro túneles. Estos invernaderos suelen utilizarse en cultivos menos exigentes en términos de control climático o en climas más benignos. (Ricardo H. Villaseñor, 2024)

Las características y formas del invernadero estarán dispuestas por las condiciones climáticas: temperatura, luz solar, lluvia, aire y orografía, conforme a lo mencionado se establece la orientación de la estructura. Orientación de Oeste –Este para climas cálidos y norte a sur para climas templados. Debido a esto puede intentarse una clasificación según criterios, por ejemplo: materiales para la construcción, tipo de material de cobertura, características de la techumbre, etc. (Ricardo H. Villaseñor, 2024)



Ilustración 98: cultivo bajo macro túnel. Villaseñor (2024)

los tipos de invernaderos más utilizados o comunes que en el mundo se encuentran:

- Invernadero-túnel.
- Invernadero capilla (a dos aguas).
- Invernaderos en diente de sierra.
- Invernadero capilla modificado.
- Invernadero con techumbre curva.
- Invernadero tipo “parral” o “almeriense”.
- Invernadero “holandés” (tipo Venlo). (Ricardo H. Villaseñor, 2024)

5.5 Casa Malla

Es una estructura agrícola diseñada para cubrir cultivos con una malla, generalmente hecha de materiales plásticos o sintéticos, que protege a las plantas de condiciones climáticas extremas, plagas y otros factores externos. Es una alternativa entre el cultivo a campo abierto y bajo invernadero ya que en esta se emplean redes o mallas que permiten la ventilación natural y el paso de la luz solar, pero con la ventaja de proporcionar protección frente al sol intenso, el viento, la lluvia excesiva y algunos insectos. (Ramíres, 2022)



Ilustración 99: establecimiento de cultivo bajo estructura de casa malla, Red ITC. Finca Modelo, San Francisco, Ocotepeque.

Este tipo de estructura es comúnmente utilizada para cultivos como hortalizas, flores, frutos y plantas ornamentales. Dependiendo del tipo de malla, se puede controlar la cantidad de luz solar que llega a las plantas, así como la temperatura y la humedad dentro de la estructura. (Ramíres, 2022)

5.5.1 Componentes de la Casa Malla

La construcción de una casa malla implica varios componentes clave, cada uno desempeñando un papel fundamental en su funcionamiento y eficacia. A continuación se describen los principales elementos:

- **Estructura de soporte**

La estructura de soporte es la base de la casa malla y suele estar construida de materiales duraderos como acero galvanizado, aluminio o PVC. Esta estructura es responsable de soportar el peso de la malla y de resistir las condiciones climáticas adversas, como vientos fuertes y lluvia. La forma más común de la estructura es en forma de arco o túnel. (Ramíres, 2022)

- **Malla o red de cobertura**

La malla es el componente principal que cubre la estructura y puede estar hecha de diversos materiales como polietileno, polipropileno o nylon. La malla puede tener diferentes características, como:

- **Densidad o grosor:** Determina la cantidad de luz solar que puede atravesar la malla.
- **Color:** Las mallas de diferentes colores ofrecen distintos niveles de protección contra la radiación solar.

- **Tipo de abertura:** Dependiendo del tipo de cultivo, se puede elegir malla con aberturas finas (para prevenir el paso de insectos) o más amplias (para mejorar la ventilación). (Ramíres, 2022)

- **Sistema de ventilación**

La ventilación adecuada es crucial para regular la temperatura y la humedad dentro de la casa malla. Las casas malla cuentan con sistemas de ventilación pasiva (como aberturas laterales o en la parte superior) que permiten la circulación de aire fresco y evitan la acumulación de calor. Algunas estructuras avanzadas también pueden contar con ventiladores o extractores para mejorar la circulación del aire. (Ramíres, 2022)

- **Riego**

Aunque la casa malla no es tan cerrada como un invernadero, el sistema de riego sigue siendo esencial para garantizar el crecimiento adecuado de los cultivos. Puede utilizarse riego por goteo, aspersión o incluso hidroponía en algunos casos. Los sistemas de riego son fáciles de implementar en las casas malla debido a la apertura de la estructura, lo que permite un acceso cómodo a las plantas. (Ramíres, 2022)

- **Sistema de control y monitoreo**

Algunas casas malla de mayor tecnología están equipadas con sistemas automatizados para monitorear y controlar las condiciones internas, como la humedad, la temperatura y la luminosidad. Estos sistemas pueden incluir sensores y reguladores de temperatura, y algunos incluso permiten el control remoto a través de aplicaciones móviles o plataformas en línea. (Ramíres, 2022)

5.5.2 Importancia de la Casa Malla en Agricultura

Las casas malla son fundamentales para la agricultura por diversas razones:

- **Protección contra el clima**

Una de las principales ventajas de la casa malla es su capacidad para proteger los cultivos de las inclemencias del tiempo. El sol excesivo, la lluvia fuerte y las heladas pueden dañar las plantas, pero la malla actúa como un filtro que reduce estos riesgos. En regiones donde las condiciones climáticas son impredecibles o extremas, las casas malla permiten a los agricultores proteger sus cultivos y asegurar una cosecha más estable. (Ramirez, 2020)

- **Control de plagas y enfermedades**

Las casas malla también protegen a los cultivos de plagas y enfermedades, como insectos y hongos, que pueden destruir los cultivos. Al restringir el acceso de los insectos al área de cultivo, se reduce la necesidad de pesticidas, lo cual es beneficioso para el medio ambiente y para la salud humana. (Ramirez, 2020)

- **Regulación de la temperatura y la humedad**

Las casas malla ofrecen un grado de control sobre la temperatura y la humedad dentro de la estructura. Este control ayuda a optimizar las condiciones para el crecimiento de las plantas, reduciendo el estrés térmico y aumentando la eficiencia en el uso del agua. La ventilación natural proporcionada por la malla permite un flujo de aire adecuado, lo que previene la acumulación de calor excesivo y mantiene el ambiente fresco. (Ramirez, 2020)

- **Ahorro de recursos y sostenibilidad**

Al reducir la dependencia de pesticidas, sistemas de riego costosos y otras técnicas de control, las casas malla contribuyen a la sostenibilidad en la agricultura. Además, pueden aumentar la productividad de los cultivos en áreas con limitaciones de espacio, lo que permite aprovechar al máximo los recursos disponibles. (Ramirez, 2020)

Aumento en la producción y calidad de los cultivos

Al crear un entorno más favorable para las plantas, las casas malla no solo protegen los cultivos, sino que también pueden mejorar el rendimiento y la calidad de las cosechas. Esto es particularmente relevante en la producción de frutas y hortalizas de alta demanda en mercados locales y globales. (Ramirez, 2020)

5.2.3 Tipos de casas mallas

Existen distintas formas de casas de malla, que varían principalmente en el diseño de la parte superior, encontrándose estructuras con techos planos, a dos aguas y curvos. Cada tipo de casa de malla, tiene diferentes procedimientos constructivos, pero son igual de funcionales para prevenir el ingreso de plagas. (Ramirez, 2020)

Casa malla de techo plano

Las casas de malla con techo plano, son más sencillas de construir, comparadas con otros diseños, ya que las uniones de las mallas se pueden realizar al nivel de la superficie, utilizando costuras que una vez entretejidas forman una sola pieza, las cuales cubrirán las paredes y el techo, lo que ahorra mucho tiempo y riegos del personal que lo construye. La altura del piso al techo puede variar según las recomendaciones para la zona, con la ventaja que todo el volumen de aire en el interior de la estructura será homogéneo. (Ramírez, 2022)

Casa malla de techo a dos aguas

Las casas de malla con techos a dos aguas utilizan dos alturas en las líneas de tubos de forma intercalada para lograr el declive en el techo en forma de sierra. Para conseguir este efecto se coloca una línea de postes con una altura entre 4 a 5 m, en medio de filas de tubos con una altura que oscila entre los 3 a 3,5 m, siguiendo este patrón dependiendo el tamaño del módulo. En este caso la malla se debe unir con los cables que sujetan el tejido, lo que hace el proceso más lento, pero con la ventaja que estos sistemas son más aerodinámicos para soportar mayores velocidades de viento. (Ramírez, 2022)

Casa de malla de techo curvo

Las casas de malla con techos curvos, se asemejan a los invernaderos tipo capillo y aunque hay empresas que tiene este modelo dentro de su cartera de servicios, hay que destacar que la mayoría de productores que han acogido este tipo de diseño, son los que han transformado antiguos proyectos de invernadero a casas de malla, con el fin de adaptar los cultivos a las condiciones ambientales. (Ramírez, 2022)

5.5 Micro y macro túnel

Los micro y macro túneles son estructuras que simulan un ambiente controlado, protegiendo los cultivos de las inclemencias del clima, plagas y enfermedades. (Briesca, 2021)



Ilustración 100: Diseño de casa malla tipo techo plano, Ramírez (2022)



Ilustración 101: casa malla con techo a 2 aguas, Ramírez (2022)



Ilustración 102: casa malla modelo



Ilustración 103: preparación de suelo para cultivo de tomate en macro túnel, RED ITC-Inst. La Virtud, 2024.

5.6.1 Macro túnel

Es una estructura de acero con forma de arco cubierta con una película de plástico, con paredes laterales y frontales que pueden ser abiertas para regular la temperatura; éstas estructuras se emplean para proteger a los cultivos de factores externos que puedan dañarlos. (Briesca, 2021)

Los macro túneles son estructuras que brindan una protección intermedia entre el cultivo a campo abierto y en invernadero. No suelen tener calefacción, pero pueden contar con accesorios que protejan los cultivos durante las inclemencias del clima. Además, las cubiertas en las paredes frontales ofrecen protección adicional contra bajas temperaturas. Estos túneles requieren un sistema de riego, ya que la cubierta de plástico impide la lluvia. Aunque las plantas suelen crecer en el suelo, la hidroponía ha ganado popularidad en este tipo de estructura. (Briesca, 2021)

¿Diferencia entre invernadero y macro túnel?

Una de las principales diferencias entre los macro túneles e invernaderos es que los macro túneles se consideran estructuras no permanentes (no tienen cimientos que involucren concreto), por lo que pueden ser trasladadas de un lugar a otro fácilmente. (Briesca, 2021)

Otra diferencia son las cubiertas plásticas; los invernaderos pueden tener cubierta de cristal, metacrilato o una capa doble de polietileno; los macro túneles suelen usar una capa del plástico que se suele usar para invernadero, además de que también usan capa doble de polietileno. (Briesca, 2021).

Factores a considerar para elegir un macro túnel:

- Tipo de cultivo y sus necesidades, altura y espacio.
- Condiciones climáticas de la zona.
- Materiales de la estructura y de la cubierta.
- Sistema de ventilación y control climático.
- Sistema de riego integrado.
- Tamaño y accesibilidad.
- Durabilidad y facilidad de mantenimiento.
- Costo inicial y a largo plazo.
- Facilidad de instalación y flexibilidad. (Briesca, 2021)

5.6.2 Micro túneles

Están diseñados para ser fácilmente instalados y desmontados. Esto les permite a los agricultores ampliar o reducir el área de cultivo en función de sus necesidades. Además, tienen la ventaja de permitir la entrada de luz solar, algo que el agricultor necesita para el buen

desarrollo de las plantas. Esto también les da a los agricultores la libertad de controlar la temperatura y la humedad del interior del micro túnel. (Cultivo Forzado, 2023)

Los micro túneles son estructuras fáciles de instalar y desmontar, lo que permite a los agricultores ajustar el área de cultivo según sus necesidades. Estos proporcionan luz solar, control de temperatura y humedad, y protegen las plantas de cambios climáticos extremos, lo que facilita una cosecha más temprana. Además, reducen el trabajo necesario para mantener los cultivos y ofrecen una barrera contra plagas y enfermedades, asegurando cosechas saludables. También permiten un control más preciso del ambiente, lo que es crucial para plantas con requisitos específicos de crecimiento, mejorando los resultados. (Cultivo Forzado, 2023)

Factores a considerar al elegir un micro túnel:

- Clima: El tipo de micro túnel dependerá de las condiciones climáticas de la región (frío, calor extremo, lluvias).
- Tipo de cultivo: Algunos cultivos requieren más control ambiental que otros, por lo que ciertos micro túneles ofrecen mejores opciones para plantas específicas.
- Espacio disponible: Los micro túneles pueden ser desde pequeños y portátiles hasta grandes y permanentes.
- Costo: Existen opciones económicas y otras más sofisticadas con sistemas de control climático integrados. (Cultivo Forzado, 2023)

Los micro túneles pueden variar en función del material, el diseño, el tipo de cultivo y el control climático. La elección del tipo adecuado dependerá de los requisitos específicos del agricultor y las condiciones del entorno. (Cultivo Forzado, 2023)

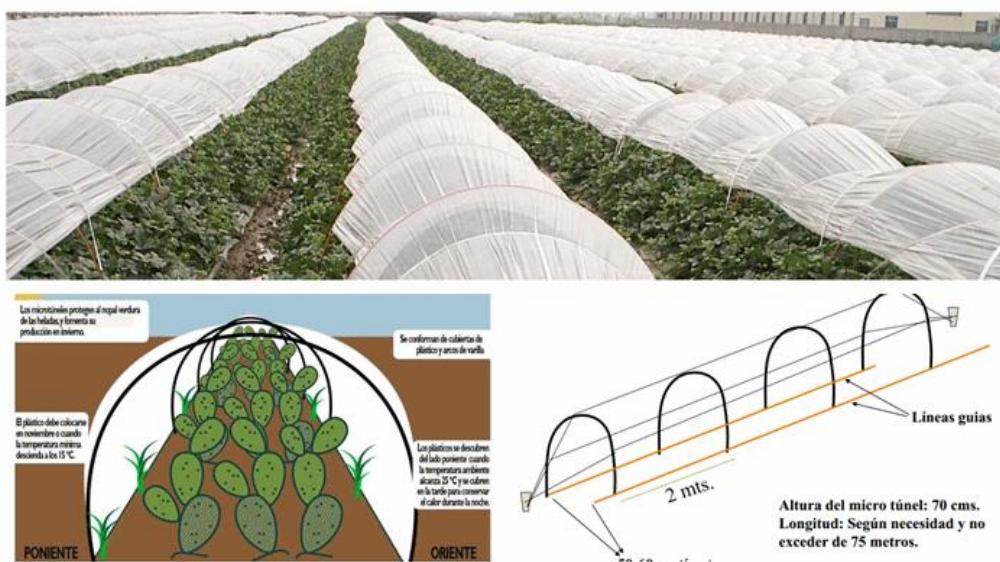


Ilustración 104: Estructura de un micro túnel, infoagronomo 2022.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PERTINENTES SUGERIDAS:

- A1. Introducción y presentación del contenido del módulo
- A2. Elaborar un perfil de proyecto de tecnologías de producción
- A3. Diseñar e instalar un sistema de producción (acuaponía, hidroponía, aeroponía, invernadero, macro y micro túneles)

HERRAMIENTAS PERTINENTES SUGERIDAS

Herramienta	Descripción
Google Classroom	Crear un aula virtual para compartir materiales, asignar tareas y fomentar la colaboración entre estudiantes.
Google Lens	Usar el móvil para tomar fotos de las plantas y buscar información sobre plagas y enfermedades.
YouTube	Visualizar videos sobre identificación y manejo de plagas comunes en la agricultura.
Kahoot	Se utiliza para evaluar conocimientos, motivar a los estudiantes y reforzar aprendizajes de manera divertida.
Plantix	Identificar plagas, enfermedades y deficiencias nutricionales en cultivos a través de fotos y recibir consejos para manejarlas.
Trello (organización de tareas)	Planificar actividades del MIP, como control biológico o aplicación de fertilizantes, en tableros visuales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

- CE5.1 Describe el concepto de cada uno de los métodos de producción
- CE5.2 Realizar un recorrido a las empresas más cercanas al sitio para conocer los procesos y que consiste los métodos de producción
- CE5.3. Implementa un método de producción en la empresa donde realizará la pasantía
- CE5.4. Capacita a los visitantes de la empresa acerca del tema de la importancia de las tecnologías.
- CE5.5. Elaborar un informe de los procesos de aprendizaje durante la pasantía.

METODOLOGIA DE EVALUACIÓN:

Metodología de evaluación	Forma de aplicación
A1. Introducción y presentación del contenido del módulo	Uso de herramientas y equipos digitales (Data show), presentaciones dinámicas de Power point.
A2. Elaboración de informe	Elaborar un perfil de proyecto de tecnologías de producción
A3. Trabajo de campo.	Diseñar e instalar un sistema de producción (acuaponía, hidroponía, aeroponía, invernadero, macro y micro túneles)

EVALUACIÓN:

Todas las metodologías serán evaluadas con un sistema de aprendizaje híbrido en cuanto a los temas enfocados a actividades prácticas, temas con temáticas de cálculo serán evaluados según la lógica de los datos y la consistencia de los resultados y en cuanto a documentos informes e infografías serán evaluados con rubricas que detallen normativas de redacción acordes al nivel de la carrera.

GLOSARIO

Agroforestería: Sistema de producción que combina árboles, cultivos y/o ganadería en un mismo espacio para mejorar la sostenibilidad y productividad del ecosistema.

Sistemas silvopastoriles: Práctica agroforestal que integra árboles, pastos y animales en un mismo terreno, mejorando la biodiversidad y la eficiencia productiva.

Biofertilizante: Sustancia elaborada con microorganismos benéficos que mejora la fertilidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Mulching: Técnica agrícola que consiste en cubrir el suelo con materiales orgánicos o sintéticos para conservar la humedad, controlar malezas y mejorar la fertilidad.

Lixiviación: Proceso en el que el agua de riego o lluvia arrastra nutrientes solubles del suelo, disminuyendo su fertilidad.

Fitorremediación: Uso de plantas para limpiar suelos contaminados mediante la absorción, acumulación o degradación de sustancias tóxicas.

Humificación: Transformación de materia orgánica en humus mediante la acción de microorganismos del suelo, mejorando su estructura y fertilidad.

Polinización cruzada: Transferencia de polen entre flores de diferentes plantas de la misma especie, favoreciendo la variabilidad genética.

Alomorfismo: Variabilidad en la forma y estructura de una planta o sus órganos debido a factores ambientales.

Edafología: Ciencia que estudia la composición, estructura y función del suelo en relación con el crecimiento de las plantas.

Fenología: Estudio de los ciclos biológicos de las plantas en relación con factores climáticos, como la floración y fructificación..

Senescencia: Fase final del desarrollo de una planta o de alguno de sus órganos, caracterizada por el envejecimiento y la pérdida de funciones.

SIGLAS

RA: Resultado de Aprendizaje

E-A: Enseñanza Aprendizaje

CE: Criterio de Evaluación

UC: Unidad de Competencia

BTP: Bachillerato Técnico Profesional

EDUCAR: Educación para el Desarrollo Económico Local

RED ITC: Red de Institutos Técnicos Comunitarios

CRS: Catholic Relief Services,

COSUDE: Agencia del gobierno suizo para la cooperación al desarrollo.

FONAC: Foro Nacional de Convergencia

ABEL: Aprendizaje basado en entornos laborales

ABI: Aprendizaje Basado en la Investigación

BTPIDAF: Bachillerato Técnico Profesional en Innovación y Desarrollo Agroforestal

CNB: Currículo Nacional Básico

PRAEMHO: Programa de Apoyo a la Enseñanza de la Educación Media en Honduras

MNC-H: Marco Nacional de Cualificaciones de Honduras

ABP: Aprendizaje Basado en Proyectos

MIP: Manejo Integrado de Plagas

TIR: Tasa interna de retorno

VAN: Valor actual neto

SAG: Secretaría de Agricultura y Ganadería

ICF: Instituto de Conservación Forestal

ONGD: Organización No Gubernamental de Desarrollo

BIBLIOGRAFIA

- Agrictec. (s.f.). *Principio de las 4R para el manejo de la nutrición en las plantas*. Obtenido de https://www.disagro.com.sv/wp-content/uploads/2022/03/57._principio_de_las_4r_para_el_manejo_de_la_nutricion_de_las_plantas_0621.pdf
- Agriculturista. (04 de Abril de 2023). Obtenido de <https://www.agriculturista.net/distancias-de-siembra-de-hortalizas.html>
- Agronotips. (22 de Agosto de 2023). *El drenaje agrícola: Tipos y descripción*. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/08/22/el-drenaje-agricola-tipos-y-descripcion/>
- Alvarado Rivera , M. A., & Juergens , G. (Octubre de 2014). *ICF Honduras*. Recuperado el 2 de diciembre de 2024, de https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2022/07/GUIA_DE_SILVICULTURA_IMPLEMENTACION_para_IMPRENTA-1-1-1.pdf
- Aquino, Y. R. (2013). *SISTEMAS AEROPONICOS EN AGRICULTURA PROTEGIDA*. Obtenido de CIQA: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/420/1/Yesica%20Rendon%20Aquino.pdf>
- BásicaFarm. (Febrero de 2020). *Manejo Integrado de Plagas*. Obtenido de <https://basicfarm.com/blog/que-es-manejo-integrado-plagas/>
- Briesca, E. (2021). ¿que es un macrotunel? *AgroFacto*. Obtenido de <https://agrofacto.com/que-es-un-macrotunel/>
- Cifuentes, A. A. (2023). *Factores clave y tendencias en los sistemas acuapónicos*. Obtenido de Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia: <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n3.107673>
- Condarle, P. (2015). *Tecnicas de Acuaponia*. Obtenido de Centro Nacional de Desarrollo Acuicola: https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/59872871/160831_Tecnicas_de_Acuaponia20190626-82641-1bngeh9-libre.pdf?1561564554=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTecnicas_de_Acuaponia.pdf&Expires=1733184481&Signature=cDE~7EmXv2Jfoi49qnUEZOkbln51NF
- CRS. (s.f.). *4R de la fertilización*. Obtenido de file:///C:/Users/marle/OneDrive/Desktop/ASA-FB-live-4R-cafe.pdf

- Cultivo Forzado. (2023). El micro-tunel y macro-tunel y sus beneficios para forzar cultivos.
Cultivo Forzado. Obtenido de <https://cultivo-forzado.com/2023/06/07/el-micro-tunel-y-macro-tunel-y-sus-beneficios-para-forzar-cultivos/>
- Cultivos Hidropónicos. (2024). Guía de la Aeroponía. *cultivoshidroponicos.org*. Obtenido de <https://cultivoshidroponicos.org/guia-de-la-aeroponía/>
- Editorial universidad de sevilla. (2023). *EUS*. Recuperado el 4 de diciembre de 2024, de <https://editorial.us.es/es/muestra/710542?=&pdf>
- FAO. (2021). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2021*. Obtenido de <https://www.fao.org>
- Gallo, A. V. (2020). *Buenas prácticas agrícolas*. Obtenido de <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1600644/>
- Gutiérrez, P. (2023). *Plagas en la agricultura, impacto y cómo evitarlas*. Obtenido de <https://bloglatam.com/plagas-agricultura/>
- Helvetas & Red ITC. (Septiembre de 2014). *ITC VIRTUAL*. Recuperado el 1 de diciembre de 2024, de file:///C:/Users/PERDOMO%20ITCSSZ/Downloads/Manual_Establecimiento%20%20y%20Manejo%20de%20Cultivos%20I%20copia.pdf
- Huertos y cultivos*. (28 de Febrero de 2024).
- Infoagro. (02 de Marzo de 2020). *Estrategias modernas en el manejo integral de plagas*.
Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/manejo-integral-de-plagas-control-biologico-y-control-quimico/>
- InfoAgro. (2024). *Infoagro*. Recuperado el 8 de diciembre de 2024, de https://www.infoagro.com/documentos/semilleros__proceso_siembra_y_germinacion.asp
- INIA. (2022). *Manejo Integrado de Plagas*. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/4acf8025-c9f5-4322-a257-6266deccf61e/content>
- INIA. (2024). *Biblioteca INIA*. (INIA, Ed.) Recuperado el 8 de diciembre de 2024, de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/d4b039f7-1dca-4fac-9e8a-242c61323489/content>
- INT. (2016). *JICA*. Recuperado el 8 de diciembre de 2024, de https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fs96fb986ae7efed.jimcontent.com%2Fdownload%2Fversion%2F1631725882%2Fmodule%2F8093954154%2Fname%2FManual_de_Vivero_y_semillero%2520propagacion%2520de%2520material%2520vegetal.pdf&psig=AOvVaw1qvrXKOYRINc2FQ

- INTAGRI. (2017). *Las 4R's para el Manejo Responsable de la Fertilización*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-4rs-para-el-manejo-responsable-de-la-fertilizacion>
- Intef. (s.f.). *EducaLab*. (EducaLab, Editor, & Intef, Productor) Recuperado el 5 de diciembre de 2024, de https://descargas.intef.es/recursos_educativos/lt_didac/CCNN/6/03/Las_plantas/la_reproducción_sexual.html
- Jacto. (13 de Junio de 2023). Obtenido de <https://bloglatam.jacto.com/tipos-de-rieゴo/>
- JACTO. (14 de junio de 2023). Recuperado el 1 de diciembre de 2024, de <https://bloglatam.jacto.com/sistemas-de-producción-agricola/#:~:text=Los%20sistemas%20de%20producción%C3%B3n%20agr%C3%ADcola,ante%20determinadas%20necesidades%20y%20tipos.>
- Jacto. (12 de 12 de 2023). *Prparación de suelo*. Obtenido de <https://bloglatam.jacto.com/preparacion-terreno/>
- Jimenez, J. V. (Septiembre de 2018). *Manejo Integrado de Plagas y Sostenibilidad*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320779257_Manejo_Integrado_de_Plagas_y_Sostenibilidad
- Juan A. Perez, e. a. (2024). *Revista Environment & Technology*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/384068481_Evaluacion_de_un_sistema_hidropónico_familiar_como_una_alternativa_alimentaria_sustentable_en_el_centro_de_Veracruz_Mexico
- Larrosa. (26 de Julio de 2024). *Cómo influye el viento en la agricultura*. Obtenido de <https://www.larrosa-arnal.com/blog/como-influye-el-viento-en-la-agricultura/>
- Leiva, C. A. (10 de Septiembre de 2016). *Taxonomía Vegetal*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/slideshow/taxonomia-vegetal/65896364>
- López, J. C. (04 de Abril de 2016). *La influencia de la luz en el crecimiento de cultivos*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es-us/centro-de-formación/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo>
- Martinez Ramirez , K. J. (Mayo de 2016). *UNAG Repositorio*. doi:06050;02093
- Midence, J. A. (2010). *DICTA*. Recuperado el 8 de diciembre de 2024, de <https://dicta.gob.hn/files/2010,-Producción-de-plantulas-de-plátano-a-partir-del-cormos,-folleto.pdf>
- Molina. (2016). *Manejo de plagas y enfermedades en Hortalizas*. Obtenido de [http://lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/13-p142%20a%20p167%20\(Anexo%202014\).pdf](http://lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/13-p142%20a%20p167%20(Anexo%202014).pdf)

- NOVAGRIC. (2024). *NOVAGRIC*. Obtenido de <https://novagric.com/cultivos/invernaderos-semilleros-y-viveros/#:~:text=Existen%20tres%20tipos%20de%20semilleros,producci%C3%B3n%20de%20plantas%20para%20jardiner%C3%ADA>.
- Oasis Grower Solution. (2018). *guao.org*. Obtenido de <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Manual%20de%20hidropon%C3%A1tica.pdf>
- P. Larral, S. R. (s.f.). *Manejo Integrado de Plagas (MIP)*. Obtenido de http://avocadosource.com/books/ripa2008/ripa_chapter_02.pdf
- Portillo, M. A. (s.f.). *Manual de agricultura protegida*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c0413d8b-575b-4386-a134-6ea6c224489d/content>
- Ramírez, R. (2022). *Diseño y Construcción de Casa Malla*. San Jose, Costa Rica. Obtenido de [Platicar.go.cr:](https://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/Casa_Malla_min_ed.pdf)
https://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/Casa_Malla_min_ed.pdf
- Ramirez, R. (25 de Junio de 2020). *FONTAGRO.ORG*. Obtenido de https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Consolidado_ptt_25_de_junio_2020.pdf
- Red ITC . (Septiembre de 2014). *ITC Virtual*. Obtenido de file:///C:/Users/marle/Downloads/Manual_Establecimiento%20y%20Manejo%20de%20Cultivos%20I%20copia.pdf
- Ricardo H. Villaseñor. (1 de marzo de 2024). *Hydro Environment*. Obtenido de <https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/pdf/invernaderoTiposyUsos.pdf>
- Rivera, W. (Octubre de 2017). *Manejo Integrado de Plagas: Enfoque de responsabilidad en la producción*. Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/actualidad/manejo-integrado-de-plagas-enfoque-de-responsabilidad-en-la-producción>
- Rodríguez, M. R. (Diciembre de 2015). Obtenido de https://alternativasc.org/wp-content/uploads/2018/05/cosecha-y-postcosecha_web-1.pdf
- Salazar, R. (2023). *Taxonomía vegetal – clasificación de las plantas terrestres*. Obtenido de <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/taxonomia-vegetal-clasificacion-plantas>
- Solano Ortiz, K. J. (2020). *Repositorio Upse*. Recuperado el 8 de diciembre de 2024, de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5819/1/UPSE-TIA-2021-0021.pdf>
- Solano, C. (13 de Diciembre de 2023). *Fitomejoramiento: mejorando las características de tus cultivos*. Obtenido de <https://bloglatam.jacto.com/fitomejoramiento/>

- Vergara, M. E. (2024). *+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería*. Obtenido de
<https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Aeroponía-cultivo-sin-tierra>
- Villamil, L. A. (s.f.). *Cosecha y Postcosecha*. Obtenido de
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17333/41724_43696.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villaverde, J. (14 de enero de 2018). *Plantamus Vivero Online*. Recuperado el 8 de diciembre de 2024, de https://plantamus.com/blog/rizoma-estructuras-de-propagacion/?srsltid=AfmBOor3pSzg8MYcEXNhRdWLtwqYWfbSkdbBZjyBSOo9_LGXJ4vJI9lk
- Zarate, M. A. (2015). *Manual de hidroponia*. Ciudad De Mexico: Instituto de Biología.
Obtenido de
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Adecuaciones para sembrar en viveros



Zona de siembra: ubicada en un almacén. Es donde se realiza la operación de sembrado mediante maquinaria automatizada o a mano.



Cámaras de germinación: son cámaras que se acondicionan para la germinación de las semillas.

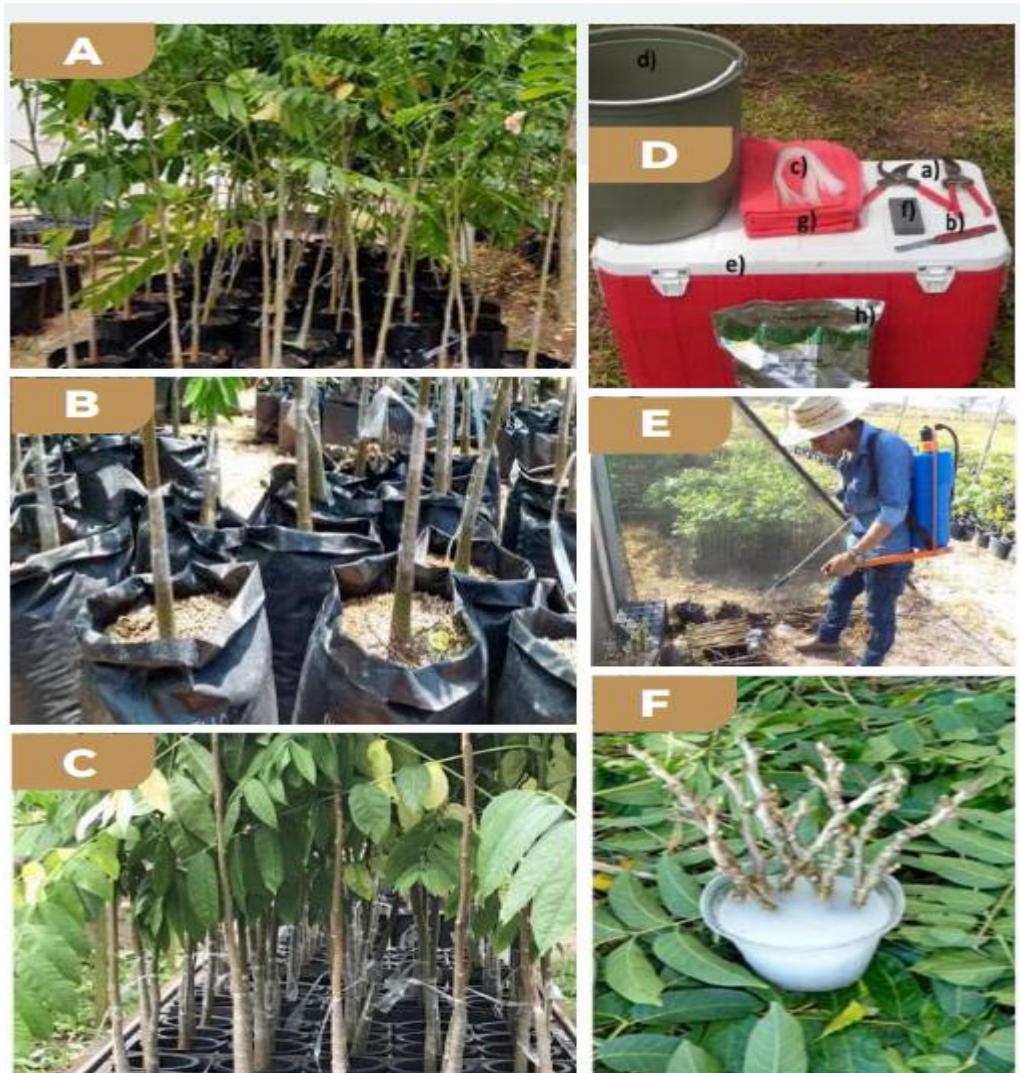


Invernadero de producción: cuando germinan, las plántulas pasan al invernadero de producción para desarrollarse hasta su trasplante.



Zonas de aclimatación: preparan las plántulas para las condiciones del campo. Puede realizarse en el mismo invernadero de producción o en invernaderos de malla adyacentes a este.

Anexo 2. Herramientas para injertar.



Anexo 3. Distanciamientos de siembra de cultivos agrícolas

Nº	Hortaliza	Distancia entre plantas (cm)	Distancia entre líneas (cm)
1	Acelga	20-30	40-60
2	Ajo	10-15	30-40
3	Apio	20-30	40-50
4	Berenjena	40-50	60-80
5	Brócoli	45-60	60-80
6	Calabacín	60-80	100-120
7	Cebolla	10-15	25-50
8	Coliflor	40-60	60-100
9	Espinaca	10-15	30-40
10	Guisante	10-15	45-60
12	Lechuga	30	30-60
13	Maíz	20-25	60-80
14	Melón	90-100	120-200
15	Papa	30	60-70
16	Pepino	50	80-100
17	Pimiento	40-50	60-70
18	Puerro	10-15	30-60
19	Rábano	10	20-30
20	Sandía	100	120-200
21	Tomate	40-50	80-120
22	Zanahoria	5-10	30-40
23	Cilantro	5-10	20-25
24	Frijol	10-15	40-50
25	Sorgo	15-20	60-75

(Agriculturista, 2023)

Anexo 4. Distanciamientos de siembra de especies forestales

Planta forestal	Distancia entre plantas (m)	Distancia entre líneas (m)	Uso Principal	Requerimientos de Suelo
Pino	2-3	3-4	Madera, resina	Suelos bien drenados, ácidos
Cedro	3-4	4-5	Madera de alta calidad	Suelos profundos y fértiles
Caoba	3-4	4-5	Madera fina	Suelos arcillosos, bien drenados
Teca	2.5-3	4-5	Madera para muebles	Suelos arenosos o franco-arenosos
Roble	3-4	4-5	Construcción y carbón	Suelos fértiles y bien drenados
Eucalipto	2-3	3-4	Papel, madera, energía	Suelos ácidos o de baja fertilidad
Acacia	2-3	3-4	Fijación de nitrógeno, leña	Suelos secos o arenosos
Laurel	3-4	4-5	Aceites esenciales, madera	Suelos húmedos y bien drenados
Ceiba	4-5	5-7	Madera ligera, reforestación	Suelos profundos y húmedos

Anexo 5. Un suelo bien preparado permite:

El desarrollo de los cultivos	La preparación adecuada del suelo crea condiciones favorables para la germinación de las semillas, el crecimiento de las raíces y el desarrollo de la planta.
	Un suelo bien preparado permite que las raíces penetren fácilmente y accedan a los nutrientes y el agua necesarios.
Optimiza la retención de agua	Un suelo bien arado y aireado retiene la humedad de manera más eficiente.
	Esto es esencial para el crecimiento saludable de las plantas, especialmente en épocas de sequía.
Control de malezas y plagas	preparación del suelo ayuda a disminuir o eliminar las malezas antes de la siembra.
	También puede reducir la población de plagas dañinas para el cultivo.
Mejora la actividad microbiológica	Al airear el suelo, se promueve la actividad de microorganismos beneficiosos.
	Estos microorganismos descomponen la materia orgánica y liberan nutrientes para las plantas.
Facilita la formación del fruto	suelo bien preparado proporciona un ambiente propicio para la formación de frutos.
	Las plantas pueden destinar más energía al desarrollo de flores y frutos en lugar de luchar contra un suelo compacto o lleno de malezas.

(Formación y preparación del suelo para la siembra, 2024)

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 Guillermos 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 María 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

Elsa Marleny Aleman Ramirez

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





Gobierno de la República

BACHILLERATO TÉCNICO PROFESIONAL EN
INNOVACIÓN Y DESARROLLO AGROFORESTAL
BTP-IDA

MANUAL DE

**MANEJO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS -
FORESTALES I**

UNDÉCIMO

