



República de Honduras  
Secretaría de Educación

*Bachillerato Técnico Profesional en Agricultura*

# MÓDULO 4



## MANUAL DE ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS





# Establecimiento de Cultivos



República de Honduras  
Secretaría de Educación



**PROMIPAC**  
Programa de Manejo Integrado  
de Plagas en América Central



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza  
en América Central

**Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central "PROMIPAC"**

## Manual de Establecimiento de Cultivos

### CRÉDITOS:

**Contenido técnico:** Cinthya Martínez, Freddy Soza, Ernesto Garay

**Revisión técnico  
pedagógica:**

**Zamorano:** Alfredo Rueda, Ernesto Garay  
**Secretaría de Educación:** Héctor Martínez, Vicente Caballero,  
Celia Aida Fiallos López, Renys AbenerTorres López, Santos  
Monje Ramírez, Walter Samuel Figueroa, Francisco Alvarenga  
Ayala, Miguel García, César Augusto Paz

**Edición:** Abelino Pitty, Patricia Valladares

**Producción,  
arte y diseño:** Darlan Esteban Matute López

2012 Escuela Agrícola Panamericana,  
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria,  
El Zamorano, Honduras, Centroamérica.

ISBN: 1-885995-75-X

### **DERECHOS RESERVADOS**

Escuela Agrícola Panamericana, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, El Zamorano, Honduras. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central. Se autoriza la reproducción total o parcial de esta obra con fines educativos y no de lucro, sólo se requiere citar la fuente.

Martínez, C.; F. Soza; E. Garay: 2012. Manual de Establecimiento de Cultivos. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 70p.

Septiembre 2012

## PRESENTACIÓN


La transformación de la educación media surge como una necesidad originada en los avances científicos, tecnológicos y de demanda laboral de los últimos tiempos

Debido a esto, la Secretaría de Educación consciente de las exigencias que impone el mundo actual, ha iniciado dicha transformación a través de un nuevo diseño curricular, destinado a la educación técnica profesional que facilita a los egresados la adquisición de los conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para el desarrollo de las competencias requeridas, tanto en el mercado de trabajo como para el acceso a la educación superior.

Tomando como punto de partida esas exigencias del mundo actual, con esta nueva modalidad curricular se han diseñado los planes y programas de estudio de quince Bachilleratos Técnicos Profesionales, entre los cuales se encuentra el BACHILLERATO TÉCNICO PROFESIONAL EN AGRICULTURA; y como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje en esta modalidad, el Departamento de Diseño Curricular a través de la Unidad de Educación Media, conjuntamente con la Escuela Agrícola Panamericana mediante el Proyecto PROMIPAC (Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central), han diseñado para docente y estudiantes el presente material didáctico, el cual ha sido estructurado a partir de los contenidos conceptuales y actitudinales que presentan los planes de estudio de este Bachillerato Técnico Profesional.

La Secretaría de Educación, consciente de la necesidad de dotar con recursos didácticos a los centros educativos, implementa este texto, para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje, en cada uno de los institutos que sirven la carrera del Bachillerato Técnico Profesional en Agricultura.

Esperamos que este material llenes las expectativas de docentes y alumnos, y se convierta en el instrumento por medio del cual los alumnos adquieran las competencias necesarias, a través del desarrollo de los contenidos curriculares que se presentan en este material.



*Marlon Escoto*

*PhD. Marlon Oniel Escoto Valerio*  
*Secretario de Estado en el Despacho de Educación*

## PRESENTACIÓN

Es importante tener en cuenta que existen diversas formas de propagación de las plantas, por esta razón es necesario conocer los distintos factores que inciden en el proceso de establecer una plantación del cultivo que vamos a trabajar.

La forma en que vamos a propagar o establecer un cultivo dependerá mucho de su fisiología y potencial genético. Si nuestro cultivo no cuenta desde el principio con las mejores condiciones para su desarrollo, el riesgo de tener una disminución en el rendimiento final es mayor, es por esto que es importante conocer los requerimientos básicos que se necesitan para brindarle al cultivo las mejores condiciones para su establecimiento y desarrollo.

Por tal razón PROMIPAC en conjunto con la Secretaría de Educación de Honduras, presentan este manual con el objetivo de fortalecer habilidades en los estudiantes y docentes, sobre el establecimiento de cultivos y 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 darán a los estudiantes conceptos precisos para la toma de decisiones adecuadas en la agricultura.

Esperamos que este material llene las expectativas de los docentes y alumnos, y se convierta en el instrumento por medio del cual los estudiantes adquieran las competencias necesarias, a través del desarrollo de los contenidos curriculares que se presentan en este texto.

PROMIPAC

# ÍNDICE

COMPETENCIA GENERAL	11
INTRODUCCIÓN	13
UNIDAD I. GENERALIDADES SOBRE CULTIVOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES	
1. Condiciones ambientales que afectan semilleros, viveros y cultivos establecidos en campos definitivos	15
1.1. Luz	15
1.2. Temperatura	16
1.3. Agua	17
1.4. Precipitación	18
1.5. Altitud y latitud	18
1.6. Nutrientes	19
2. Reproducción sexual y asexual de las plantas	19
2.1. Ciclo biológico de la planta	19
2.2. Propagación vegetal	20
2.2.1. Propagación asexual o vegetativa	20
2.2.2. Propagación vegetal sexual	26
3. Siembra directa e indirecta	28
3.1. Siembra directa	28
3.2. Trasplante o siembra indirecta	29
3.2.1. Tipos de trasplante	30
UNIDAD II. NORMAS AMBIENTALES	
4. Necesidad de aplicación de normas ambientales	33
5. Buenas prácticas agrícolas (BPA)	33
5.1. Orientaciones generales para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas	34
5.1.1. Rastreabilidad	34
5.1.2. Material de propagación y siembra	35
5.1.3. Historial de manejo de la finca	35
5.1.4. Gestión del suelo y otros sustratos	35
5.1.5. Fertilización	36
5.1.6. Riego	36
5.1.7. Protección de los cultivos	36
5.1.8. Cosecha y transporte	37
5.1.9. Salud, seguridad y bienestar laboral	37
5.1.10. Gestión de residuos y agentes contaminantes	38
5.1.11. Protección ambiental	38
UNIDAD III. MANEJO DE SEMILLAS	
6. Criterios de selección y manejo de semillas	39
6.1. Clasificación de la semilla	39
6.2. Selección de semillas	39
6.3. Criterios para el manejo de semillas	40
6.3.1. Manejo de condiciones externas a las semillas o condiciones ambientales	40
6.3.2. Manejo de condiciones internas o fisiológicas de las semillas	40
6.3.3. Almacenamiento de semillas	41
UNIDAD IV. VIVEROS Y SEMILLEROS	
7. Construcción y manejo de semilleros y viveros agrícolas	42
7.1. Diseños, estructuras y materiales de construcción	42
7.2. Producción de plántulas con pilón bajo invernadero	43

7.2.1.	Medios de germinación o sustratos	44
7.2.2.	Desinfección de medios	47
7.2.3.	Tipos de bandejas	47
7.2.4.	Lavado y desinfección de bandejas	48
7.2.5.	Llenado de bandejas	48
7.2.6.	Siembra de bandejas	48
7.2.7.	Cuarto de pre-germinación	48
7.2.8.	Estructura para plántulas	49
7.2.9.	Actividades claves para la producción de plántulas	49
<b>UNIDAD V. ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS</b>		
8.	Producción bajo invernaderos	52
8.1.	Consideraciones para construir un invernadero	52
8.2.	Manejo del cultivo en invernadero	53
8.3.	Suelo	54
8.4.	Sustratos	54
8.5.	Riego	54
8.6.	Podas	55
8.7.	Tutorado	55
8.8.	Polinización	56
8.9.	Manejo de plagas	56
8.10.	Poscosecha y comercialización	56
8.11.	Hidroponía	57
9.	Producción a campo abierto	58
9.1.	Selección del terreno	58
9.2.	Trazado y establecimiento de cultivos	59
9.2.1.	Prácticas básicas en el establecimiento de cultivos	59
9.2.2.	Establecimiento de cultivos tradicionales y no tradicionales	61
<b>GLOSARIO</b>		65
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		66
<b>ANEXOS</b>		
Anexo 1. Normas ambientales emitidas por el Estado de Honduras		68
<b>PRÁCTICAS:</b>		
	Práctica de la Unidad I	31
	Evaluación de la Unidad II	38
	Evaluación de la Unidad III	41
	Práctica 1 de la Unidad IV	49
	Práctica 2 de la Unidad IV	50
	Práctica de la Unidad V	64
<b>ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRÁFICAS</b>		
	Fig. 1. Proceso de fotosíntesis	15
	Fig. 2. Algunos productos vegetales de clima frío y de clima caliente	16
	Fig. 3. Ciclo del agua	17
	Fig. 4. Niveles de agua en el suelo	17
	Fig. 5. Latitud y altitud	18
	Fig. 6. Nutrientes en el suelo	19
	Fig. 7. Etapas fenológicas de una planta	19
	Fig. 8. Procedimiento de injerto	22
	Fig. 9. Propagación por acodo, ilustrar procedimiento	26

Fig. 10. Ciclo reproductivo de una planta	27
Fig. 11. Partes de una semilla	27
Fig. 12. Proceso de germinación	28
Fig. 13. Mapa de finca	35
Fig. 14. Mapa de suelos de la finca	36
Fig. 15. Ropa protectora y equipo de aplicación de plaguicidas	37
Fig. 16. Establecer procedimientos seguros de trabajo y de respuesta a emergencias	37
Fig. 17. Diferentes diseños y materiales para construir un invernadero	42
Cuadro 1. Proporciones de ingredientes como sustrato para la producción de hortalizas y frutales	47

#### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS:

Fotos 1, 2 y 3. Tipos más comunes de propagación asexual: estacas, injertos y acodos	20
Foto 4. Tipos de estacas	23
Foto 5. Siembra directa de semillas	28
Fotos 6, 7 y 8. Trasplante o siembra indirecta	29
Fotos 9 y 10. Trasplante a raíz desnuda y pílón	30
Foto 11. Parcela BPA	33
Foto 12. Rastreabilidad	34
Foto 13. Semilla Zamorano	35
Fotos 14 y 15. Toma de muestra para análisis de suelo	36
Foto 16. Riego por goteo	36
Fotos 17 y 18. Higiene en las actividades	37
Foto 19. Depósito de envases	38
Foto 20. Manejo de energía solar en la parcela	38
Foto 21. Diferentes semillas seleccionadas	39
Foto 22. Ejemplo de semillas sanas y de buena calidad	40
Foto 23. Almacenamiento de semillas	41
Fotos 24 y 25. Semilleros agrícolas	43
Foto 26. Buen sustrato o medio de germinación	44
Foto 27. Tierra fermentada	45
Foto 28. Bocashi curtido	46
Foto 29. Lombrihumus	47
Foto 30. Tipos de bandejas	47
Foto 31. Cuarto de pregerminación	48
Foto 32. Corte de la botella	50
Foto 33. Siembra de semillas	51
Foto 34. Estructura de invernadero	52
Foto 35. Trabajo de campo cultivo bajo invernadero	53
Foto 36. Sustrato para producción de plántulas en invernadero	54
Fotos 37 y 38. Podas de sanidad y de formación	55
Fotos 39 y 40. Tutorado de plantas	55
Foto 41. Cultivo hidropónico	57
Foto 42. Terreno para producción agrícola	58
Foto 43. Hacer investigación de mercado	59
Foto 44. Manejo de alrededores	59
Foto 45. Preparación de suelos	60
Foto 46. Sistema de riego	60
Foto 47. Barreras vivas	60
Foto 48. Monitoreo del cultivo	61

---

---

## COMPETENCIA GENERAL

Producir, procesar y mercadear productos agrícolas, aplicando los conocimientos técnicos de acuerdo a las necesidades del mercado y la sostenibilidad de los recursos naturales.

### Unidad de Competencia

Manejar el proceso de producción agrícola.

---

---

### EXPECTATIVAS DE LOGRO:

1. Valorar la importancia del manejo de semilleros y viveros agrícolas, previo a la siembra y establecimiento de cultivos tradicionales y no tradicionales identificando las condiciones climáticas que afectan el rendimiento de los cultivos y de la aplicación de las medidas de seguridad e higiene en el mismo.
  2. Describir el proceso de construcción y manejo de semilleros y viveros agrícolas, al igual que el establecimiento y manejo de cultivos tradicionales y no tradicionales, considerando las medidas de seguridad e higiene y salud ocupacional.
  3. Construir y manejar semilleros y viveros agrícolas, al igual que establecer y manejar cultivos tradicionales y no tradicionales, identificando y considerando las condiciones climáticas que afectan el rendimiento de los cultivos y aplicando las medidas de seguridad e higiene y salud ocupacional.
- 
-



El presente manual provee información de soporte para que los estudiantes puedan desarrollar competencias para el desempeño eficiente en el establecimiento y manejo de cultivos tradicionales y no tradicionales, que se reconoce a través del logro de los elementos indicadores de competencia mediante el aprendizaje de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales definidos en este programa.

Con este manual los estudiantes y docentes cuentan con una herramienta de estudio para identificar las condiciones ambientales que afectan el rendimiento de los cultivos, manejar las semillas para la siembra de acuerdo a recomendaciones técnicas para el establecimiento y manejo sugerido de semilleros y viveros para realizar prácticas de siembra, para satisfacer las necesidades de los clientes con seguridad y respeto las normas ambientales y de salud y seguridad profesional en el trabajo.

Los contenidos que se presentan en este manual están divididos en conceptuales, procedimentales y actitudinales, de acuerdo a los elementos de competencia y sus criterios de ejecución, recomendando actividades de evaluación en función de estos elementos y criterios en una relación vertical de correspondencia.

## GENERALIDADES SOBRE CULTIVOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES

### Objetivo:

Describir las condiciones necesarias para el establecimiento de cultivos de acuerdo al tipo de reproducción.

### 1. CONDICIONES AMBIENTALES QUE AFECTAN SEMILLEROS, VIVEROS Y CULTIVOS ESTABLECIDOS EN CAMPOS DEFINITIVOS

Las plantas son seres vivos que se desarrollan en estrecha relación con el medio ambiente donde crecen. Los factores ambientales, como la luz, temperatura, agua y nutrientes, determinan la adaptación de las plantas a ciertas zonas y sus climas. Las condiciones ambientales no pueden ser controladas por los agricultores, a menos que se invierta en infraestructura para manejar cultivos bajo sistemas de agricultura protegida que generalmente requieren alta inversión económica. Aun cuando las condiciones ambientales puedan ser controladas, debemos conocer cuál es el efecto que ejerce cada uno de ellos en forma individual o combinada, para definir prácticas de manejo óptimas. El conocimiento de las condiciones ambientales y sus efectos sobre las plantas, es esencial para la producción de cultivos agrícolas.

#### 1.1. 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 la luz**. Mediante la fotosíntesis, 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. La respuesta de las plantas a la luz depende de la cantidad, calidad y duración diaria de los periodos de luz.

- Cantidad de luz: Afecta la velocidad de la fotosíntesis y la estructura de las hojas. Algunas plantas necesitan mucha luz solar para un crecimiento máximo, en tanto que otras plantas prefieren sombra o sombra parcial. Las hojas de las plantas de sombra presentan hojas más abiertas, grandes y suculentas, en comparación con las hojas de plantas que no requieren sombra para su crecimiento.

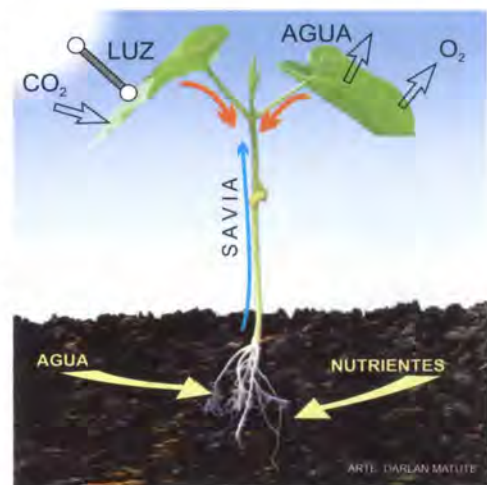


Fig. 1. Proceso de fotosíntesis.

- **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.
- **Fotoperiodo:** Es el término dado a la duración diaria de la luz. Algunas plantas presentan respuestas muy específicas al número de horas de luz durante un lapso de 24 horas. Resultando así plantas de días cortos, largos o neutros.

## 1.2. Temperatura

El calor constituye el elemento más importante del clima, regula el ritmo de desarrollo de las plantas y limita su área cultivada. Su medición más común se denomina Temperatura, que es expresada en grados Celsius (°C) o grados Fahrenheit (°F).



Fig. 2. Algunos productos vegetales de clima frío y de clima caliente.

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, 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 como plantas de clima frío o plantas de clima caliente:

- **Las 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.
- **Las 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.

### 1.3. Agua

Todos los procesos de crecimiento vegetal utilizan agua. Sin agua no podrían realizarse procesos vitales como la fotosíntesis y el transporte de nutrientes dentro de la planta. Las plantas desempeñan una función fundamental en el mantenimiento del equilibrio de la naturaleza y en el abastecimiento de humedad a la atmósfera.

Con frecuencia, la cantidad de lluvia o la calidad del agua disponible para la irrigación constituyen factores limitantes que regulan el crecimiento de ciertos tipos de plantas en áreas específicas. Las plantas no solo requieren de agua en abundancia, sino también necesitan que el agua se encuentre en el suelo. El suelo es el depósito, el proveedor y el almacén de la humedad. El crecimiento de la raíz es básico para el crecimiento de la planta, puesto que las raíces determinan el grado de habilidad de la planta para absorber agua y nutrientes. Un suministro óptimo de agua en el suelo es un requisito para el desarrollo máximo de la raíz. El agua es necesaria en el suelo para estimular la fijación de nutrientes. Los nutrientes deben sufrir cambios químicos que requieren la presencia de humedad para ser fácilmente disponibles para las plantas.

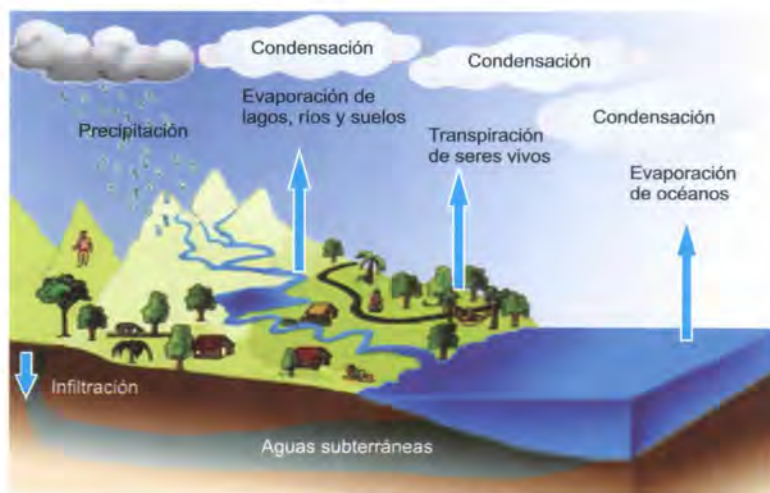


Fig. 3. Ciclo del agua.

[http://www.google.hn/imgres?imgurl=http://1.bp.blogspot.com/\\_lT7S\\_118sao/STq7smxe2ZI/AAAAAAAAA0U/70ZJYraXUk/s400/Ciclo%2Bdel%2BAgua.bmp&imgrefurl=http://geogeneral-unesr-bna.blogspot.com/&usq=\\_\\_5yRsrSmyJDE8YkHi\\_j\\_m28o5Rl0=&h=300&w=400&sz=32&hl=es&start=6&zoom=1&tbnid=bhZkvefQ620HFM:&tbnh=93&tbnw=124&ei=VY5mT8rNKWGiQKzmNmiDw&prev=/search%3Fq%3Dciclo%2Bhidrolologico%26hl%3Des%26safe%3Dactive%26biw%3D1080%26bih%3D550%26gbv%3D2%26tbn%3Dsch&itbs=1](http://www.google.hn/imgres?imgurl=http://1.bp.blogspot.com/_lT7S_118sao/STq7smxe2ZI/AAAAAAAAA0U/70ZJYraXUk/s400/Ciclo%2Bdel%2BAgua.bmp&imgrefurl=http://geogeneral-unesr-bna.blogspot.com/&usq=__5yRsrSmyJDE8YkHi_j_m28o5Rl0=&h=300&w=400&sz=32&hl=es&start=6&zoom=1&tbnid=bhZkvefQ620HFM:&tbnh=93&tbnw=124&ei=VY5mT8rNKWGiQKzmNmiDw&prev=/search%3Fq%3Dciclo%2Bhidrolologico%26hl%3Des%26safe%3Dactive%26biw%3D1080%26bih%3D550%26gbv%3D2%26tbn%3Dsch&itbs=1)

El suelo es el depósito, el proveedor y el almacén de la humedad. El crecimiento de la raíz es básico para el crecimiento de la planta, puesto que las raíces determinan el grado de habilidad de la planta para absorber agua y nutrientes. Un suministro óptimo de agua en el suelo es un requisito para el desarrollo máximo de la raíz. El agua es necesaria en el suelo para estimular la fijación de nutrientes. Los nutrientes deben sufrir cambios químicos que requieren la presencia de humedad para ser fácilmente disponibles para las plantas.



Fig. 4. Niveles de agua en el suelo.

La escasez de agua durante la estación de crecimiento tiene un efecto significativo en los rendimientos, tanto en cantidad como calidad de la producción. Cuando la planta ha sufrido de escases de agua, los frutos pueden resultar muy pequeños, con tejidos gruesos y fibrosos. El exceso de agua durante la estación de crecimiento ejerce su principal efecto negativo a través de la falta de aireación de las raíces. Lo cual origina una dis-

minución del crecimiento de la raíz. Un sistema de raíces menos extensas significa un área de absorción de nutrientes menor.

#### 1.4. Precipitación

Precipitación se define como cualquier tipo de agua que cae sobre la tierra (granizo, neblina, brisa, lluvia). Pero 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 conocer sobre niveles de precipitación es necesario para elaborar planes de manejo de riego, así como cosecha y conservación de agua.

#### 1.5. Altitud y latitud

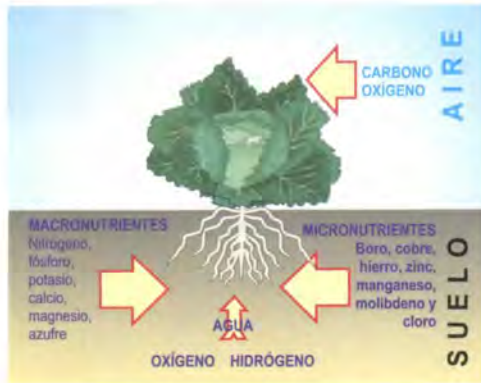
La altitud y latitud determinan la localización de una zona y los respectivos elementos del clima para el lugar donde se encuentra ubicada. Según la latitud se clasifican las grandes franjas climáticas en zonas tropicales, subtropicales y templadas. Agrupando así las regiones climáticas. Por su latitud el clima de Honduras se define como un **país tropical**.



Fig. 5. Latitud y altitud (Fuente: [www.kalipedia.com](http://www.kalipedia.com)).

La altitud respecto al nivel del mar influye en el mayor o menor calentamiento de las masas de aire. De forma tal que las zonas cercanas al nivel del mar son más calientes, las temperaturas disminuyen o se vuelven más frías a medida que una zona aumenta su elevación. En

Honduras se presentan temperaturas anuales promedio de 26 °C, hasta los 600 metros sobre el nivel del mar (msnm) y de 16 a 26 °C en zonas con alturas entre 600 y 2100 msnm.



### 1.6. Nutrientes

Un gran número de nutrientes son esenciales para el crecimiento vegetal. Algunos se necesitan en mayor abundancia que otros, sin embargo esto no significa que algunos nutrientes sean más importantes que otros. Todos los nutrientes esenciales deben estar disponibles para las plantas o, por el contrario, se producen diferentes síntomas de deficiencia.

- **Nutrientes no minerales:** Se encuentran en forma natural en la atmósfera y el agua. Los nutrientes no minerales son:
  - El Carbono
  - El Hidrógeno
  - El Oxígeno

Estos nutrientes son indispensables para que se efectúen los procesos de fotosíntesis y respiración.

- **Nutrientes minerales:** Se encuentran en forma natural en la mayoría de suelos y son absorbidos principalmente a través de las raíces de las plantas. Los nutrientes minerales son clasificados en macro y micronutrientes.

El Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), son llamados macronutrientes porque son necesarios en grandes cantidades. En cambio, el Calcio (Ca), Azufre (S), Magnesio (Mg), Manganeso (Mn), Hierro (F), Cobre (Cu), Cinc (Zn), Boro (Br) y Molibdeno (Mb), son llamados micronutrientes porque son necesarios en cantidades más pequeñas.

## 2. REPRODUCCIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE LAS PLANTAS

### 2.1. Ciclo biológico de la planta

El ciclo biológico de la planta comprende dos etapas:



Fig. 7. Etapas fenológicas de una planta.

- a) **Crecimiento vegetativo de la plántula.** También conocida como fase juvenil, en algunas plantas puede durar muchos años, antes de iniciar la producción de flores. Durante esta etapa, los brotes empiezan a crecer formando nudos y entrenudos. Las yemas vegetativas laterales y apicales se desarrollan siguiendo patrones característicos de la especie y variedad cultivada.
- b) **Formación de flores y frutos que darán origen a la semilla.** La etapa de floración se inicia con la inducción de la flor, la cual consiste en un cambio fisiológico interno en varios puntos de crecimiento vegetativo para producir puntos reproductivos. Solo son inducidos algunos de los puntos del crecimiento del tallo que subsecuentemente producen flores. Otros pueden permanecer vegetativos.

## 2.2. Propagación vegetal

La propagación vegetal consiste en efectuar la multiplicación de plantas, para conservar un cultivo con características específicas. Existen dos tipos de propagación vegetal: Asexual y sexual.

### 2.2.1. Propagación asexual o vegetativa

#### a) Aspectos generales de la propagación vegetal asexual



Fotos 1, 2 y 3. Tipos más comunes de propagación asexual: estacas, injertos y acodos.

La reproducción asexual, también llamada propagación vegetativa, es la reproducción empleando partes de la planta original, hojas, ramas o tallos.

Razones para emplear propagación vegetal asexual:

- a) Mantenimiento de clones o individuos similares. Esto es de vital importancia porque la mayoría de frutales y ornamentales, no pueden mantener sus características originales si se propagan por semilla.
- b) Propagación de plantas sin semilla. Es necesaria para mantener cultivares que por diferentes razones no producen semillas (por ejemplo, *Ficus benjamina*).

- c) Evitar períodos juveniles prolongados. Cuando se propaga por semilla el periodo juvenil de las plantas se alarga. La propagación asexual mantiene la capacidad de floración y con ella se evita la fase juvenil.
- d) Control de la forma de crecimiento. En la fase juvenil de las plantas se presentan ciertas características no deseadas, que se pueden evitar propagando una planta que se encuentra ya en la fase adulta. Las estacas tomadas de la fase juvenil enraízan más rápido y esta es una alternativa para propagar plantas difíciles de enraizar.
- e) Razones económicas. El acortar la fase juvenil de las plantas y llegar más rápido a la fase adulta de madurez reproductiva, reduce los costos de producción considerablemente.

## b) Tipos de propagación asexual

### b.1. Propagación por injerto

El injerto es el arte de unir entre sí, dos porciones de tejido vegetal viviente de tal manera que se unan y posteriormente crezcan y se desarrollen como una sola planta. Una planta injertada se compone generalmente de dos partes, *el patrón y la púa*. El patrón es la parte inferior del injerto de donde se desarrolla o forma el sistema radicular de la planta, éste puede proceder de semilla, estaca o acodo. La púa o injerto es un pequeño trozo de rama separado de la planta madre que contiene varias yemas en reposo y que cuando se une con el patrón forma la parte superior del injerto.

Por lo general el injerto es más exitoso cuando se hace entre individuos de la misma especie y muy pocos entre géneros de la misma familia. Muy rara vez se encuentran injertos entre géneros de diferentes familias. En el éxito del injerto, además de la afinidad de las partes para injertar y de habilidad del injertador, influye el estado fisiológico del material vegetativo (tanto del injerto como del patrón), las condiciones ambientales y el cuidado que reciba la nueva planta durante el pegue del injerto.

#### Razones para injertar:

- a) Propagar plantas que no se pueden reproducir fácilmente por estaca, acodo u otros métodos asexuales.
- b) Obtener beneficios de ciertos patrones.
- c) Cambiar los cultivares de las plantas ya establecidas.
- d) Acelerar la madurez productiva.
- e) Obtener formas especiales de crecimiento.

#### Consideraciones técnicas en el proceso de injertación

- a) El patrón y la púa deben ser compatibles.
- b) La operación de injerto debe hacerse en una época en que tanto el patrón como la púa se encuentren en el estado fisiológico adecuado.
- c) Inmediatamente después de terminada la operación de injerto, todas las superficies cortadas se deben proteger de la desecación.

### Procedimiento para injertar

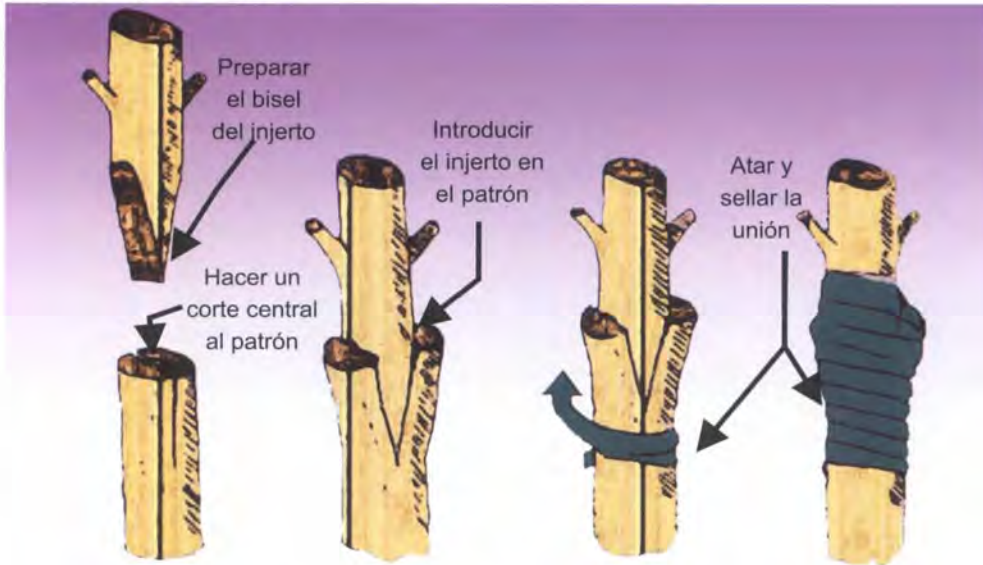


Fig. 8. Procedimiento de injerto.

- Seleccione Entre los patrones una planta saludable de tallo firme y vigoroso, de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de grueso y que esté creciendo activamente.
- Prepare el patrón para injerto, esta preparación va a depender de la especie que se va a injertar y el tipo de injerto que se va a realizar.
- Afile la navaja de injertar. Para ello haga lo siguiente:
  - Tome la piedra de afilar y humedézcala con agua, esto servirá como lubricante. Utilice el grano grueso para devastar y el grano fino para afilar.
  - Tome la navaja e incline a manera de formar un ángulo de 20 grados con la piedra. Afile la hoja por un solo lado. Empiece a afilar la navaja con un movimiento contrario a su filo.
  - Lave la navaja y la tijera, a la vez desinfectándola con una solución de cloro

#### En injertos de yema o vareta se procede de la siguiente manera:

- Haga un corte en el tallo del patrón a unas 8 pulgadas de la base de la planta.
- Corte una yema con astilla que tenga aproximadamente la misma área de corte que se hizo en el patrón de manera que las partes ensamblen perfectamente. Haga lo mismo cuando tenga que cortar una vareta.
- Coloque la yema o la vareta en el corte del patrón, sujétele y amárrelo con regular fuerza, cubriendo el corte de abajo hacia arriba, para ello utilice una cinta de plástico.
- Pode el tejido apical del patrón
- Coloque una etiqueta en la que pueda identificar la variedad del injerto y la fecha de injertación.

- f) A los 15 o 20 días afloje el plástico y destape parcialmente el punto de unión. Si nota que la unión es fuerte destape totalmente el punto de injerto.

## b.2. Propagación por estaca

En la propagación por estaca se corta una porción de tallo, raíz u hoja después de lo cual esa porción es colocada en ciertas condiciones ambientales favorables y se induce a la formación de raíces, tallos, obteniéndose una planta independiente e idéntica a la madre.

Es la forma más sencilla de propagar asexualmente, en comparación al injerto y al acodo que requieren de equipo, materiales, tiempo y habilidad. La estaca que se utilice puede tener o no hojas.

### Propósito:

- Propagar plantas sin semilla.
- Plantas difíciles de propagar por injerto, acodo, etc.
- Plantas hijas son iguales a la madre.

### Importancia y ventajas:

- Se puede propagar comercialmente.
- De pocas plantas madres se pueden producir numerosas plantas en espacios limitados.
- Es económico, rápido y simple y no requiere de técnicas.
- No hay problemas de incompatibilidad.
- A veces conviene tener un poco de variabilidad genética.

### Tipos de estaca

Las estacas de tallo son las más importantes y se pueden dividir en tres tipos:

- Madera dura.** Son aquellas que se hacen cuando se han caído todas las hojas y antes que salgan los nuevos brotes, son fáciles de preparar y tienen una gran resistencia. Las mejores estacas se obtienen de la parte basal o central, con una alta provisión de reservas alimenticias.

El tamaño varía de 10 a 75 cm, su corte basal se hace justo abajo del primer nudo, el superior de 1.5 a 2.5 cm arriba del otro nudo, debe tener como mínimo dos nudos. El diámetro varía de 0.6 a 2.5 cm.

- Madera semidura.** Se toman en el verano de ramas nuevas. El largo varía de 7.5 a 15 cm reteniendo hojas en la parte superior. Si las hojas son muy grandes hay que cortarlas para evitar pérdida de agua.



Foto 4. Tipos de estacas.

- c) **Madera suave.** Estas estacas enraízan con mayor rapidez y más facilidad se necesita un mejor riego para evitar pérdidas de agua. El largo varía de 7 a 12 cm con dos o más nudos.

### **Criterios para seleccionar una estaca:**

- a) **Grosor:** Depende de la especie que se va a propagar.
- b) **Madurez de la madera:** considerar que es mejor seleccionar una estaca madura, por lo que hay mayor contenido de nutrientes y mejor formación de tejidos.
- c) **Número de yemas:** 3 a 8 yemas, mínimo 2.
- d) **Época del año:** Es posible hacer estacas en cualquier época del año, sin embargo, es más recomendable al terminar un ciclo de crecimiento debido a la acumulación de reservas alimenticias.
- e) **Tipo de especies:** Dependiendo de la especie algunas especies son más difíciles de enraizar que otras.

### **Forma correcta de cortar una estaca**

Se debe hacer un corte basal, más cercano al nudo o yema, entre más cerca al nudo es mejor, porque allí se encuentran los tejidos de crecimiento más activos. El corte se hace por dos razones:

- a) Para poder distinguir la base del ápice; y,
- b) Para tener una mayor área de tejido de crecimiento activo.

Si el corte de la base se hace en un entrenudo la estaca se muere, porque la planta no manda alimentos a donde no hay una yema, además permite la entrada de patógenos.

En la parte basal se coloca la hormona auxina, abarcando aproximadamente 1 pulgada desde el extremo. La hormona acelera el proceso y reduce el riesgo de que la estaca muera antes de que empiece a enraizar. Las concentraciones de hormonas que existen son diferentes, sin embargo mientras más difícil sea enraizar una estaca, mayor será la concentración de hormona requerida. Hay concentraciones de 16 ppm, 30 ppm y 45 ppm; se pueden presentar hormonas en polvo o líquidas, otra de las alternativas son la orina de caballo o res, agua de coco tierno, pastillas anticonceptivas y el herbicida 2,4 D en concentraciones del 1%.

Una vez preparada la estaca se coloca en un medio apropiado. Se propaga en arena, por ser un medio inerte. Si no se coloca la estaca en un ambiente adecuado la estaca muere. Lo ideal es colocar las estacas en un invernadero bajo un sistema de riego por nebulización automatizado, que se enciende cada 3 minutos por 7 segundos, y que empieza a funcionar desde la 8 am a las 3 pm que son las horas críticas del día. Esto permite que la estaca mantenga su humedad y disminuya el estrés facilitando el enraizado junto con la hormona. También se pueden implementar sistemas de riego artesanal como el manual con regadera y la "pichacha" o tubo perforado.

Una vez que la estaca tenga la raíz, ya se considera una planta completa, aquí termina su fase de propagación y empieza la fase de crecimiento, la cual se hace ya en un medio de crecimiento con nutrientes. Las estacas para enraizar pueden tener o no hojas, porque al final esas hojas siempre se pierden. Cuando no se dispone de un sistema de nebulización, se quitan las hojas para evitar una deshidratación o evapotranspiración excesiva. Nunca se deben quitar las yemas, porque la estaca no va a enraizar. Teóricamente toda planta se puede propagar por estaca, pero no siempre es económicamente rentable propagarlas de esta manera, ya que el tiempo requerido en algunas especies es demasiado largo.

### Factores que afectan la regeneración de plantas a partir de estacas:

#### a) Selección de material para estaca:

- Condición fisiológica en la planta madre.
- Edad de la planta.
- Tipo de madera seleccionada.
- Época del año.
- Presencia de patógenos.

#### b) Tratamientos de las estacas:

- Reguladores de crecimiento.
- Nutrientes minerales.
- Fungicidas.

#### c) Condiciones ambientales durante el enraizamiento:

- Relacionados con agua.
- Temperatura.
- Luz (Intensidad, Calidad y longitud del día).

#### d) Medio de enraizamiento:

- Tipo: artesanal versus industrial.
- Procedencia: certificado versus no certificado.
- Material base de mezcla.

### b.3. Propagación por acodo

El acodamiento es un método de propagación mediante el cual se provoca la formación de raíces en una porción del tallo que está todavía adherida a la planta madre, mientras dura el enraizado.

Factores que afectan la regeneración de plantas por acodamiento:

- a) **Condiciones ambientales:** La formación de raíces en los acodos depende de humedad, buena aireación y temperatura moderada.
- b) **Nutrición:** El tallo permanece adherido durante el enraizamiento y es provisionado continuamente de agua y minerales.



Fig. 9. Propagación por acodo, ilustrar procedimiento.

- c) **Tratamiento al tallo:** Uso de enraizadores, habilidad para realizar los cortes, higiene de herramientas.
- d) **Acondicionamiento fisiológico:** La inducción del enraizamiento puede estar asociada con alguna condición fisiológica específica del tallo, asociado con la época del año. Es mejor al final de un ciclo de crecimiento.

#### Usos del acodamiento

- a) Propagación de especies de plantas que se reproducen naturalmente por este método, por ejemplo la frambuesa.
- b) La propagación de clones, cuyas estacas no enraízan con facilidad, pero que son suficientemente valiosas como para justificar el costo y el trabajo requerido para acodarlos, por ejemplo las flores exoras y *Ficus benjamina*.
- c) Producir plantas de tamaño grande en un tiempo corto.
- d) Producir un número relativamente grande de plantas, de un buen tamaño con un mínimo de instalaciones de propagación.

### 2.2.2. Propagación vegetal sexual

#### a) Aspectos generales de la propagación vegetal sexual

La reproducción sexual implica la unión de gametos masculinos y femeninos, la formación de semillas y la creación de una población de plántulas. La propagación por semillas es uno de los métodos principales de reproducción de las plantas en la naturaleza, además de ser uno de los más eficientes y más usados en la producción de plantas cultivadas.

Las plantas se clasifican de acuerdo al tiempo que se tardan en producir semillas en anuales, bianuales y perennes.

**Plantas anuales:** Plantas que completan su ciclo de vida, semilla-planta-semilla durante una estación del año.

**Plantas bianuales:** Plantas que requieren dos años para completar su ciclo de vida. Estas plantas crecen y almacenan sus productos elaborados durante un periodo y al año siguiente producen semillas.

**Plantas perennes:** Plantas de vida larga, que viven más de dos años.

Por lo general las plantas anuales y bianuales son herbáceas, en tanto que las perennes pueden ser leñosas o herbáceas.

### b) Polinización y fecundación

El ciclo sexual completo comprende el desarrollo de las estructuras masculinas (polen) y femeninas (saco embrionario) de la flor. Los gametos masculinos y femeninos están contenidos respectivamente en el polen y el saco embrionario.

Durante la floración, el polen se transfiere de la antera al estigma (polinización), en donde germina. Un tubo polínico crece en el estilo hacia abajo hasta que llega al saco embrionario que está dentro del óvulo. En el saco embrionario son descargados dos gametos masculinos, uno que se unirá al gameto femenino (fecundación) para producir el embrión, también conocido como cigoto, o estructura que conserva las características genéticas de la planta y otro que se unirá a los dos núcleos polares para producir el tejido nutricional de reserva conocido como endospermo. Para producir semilla viable se debe efectuar tanto la polinización como la fecundación.

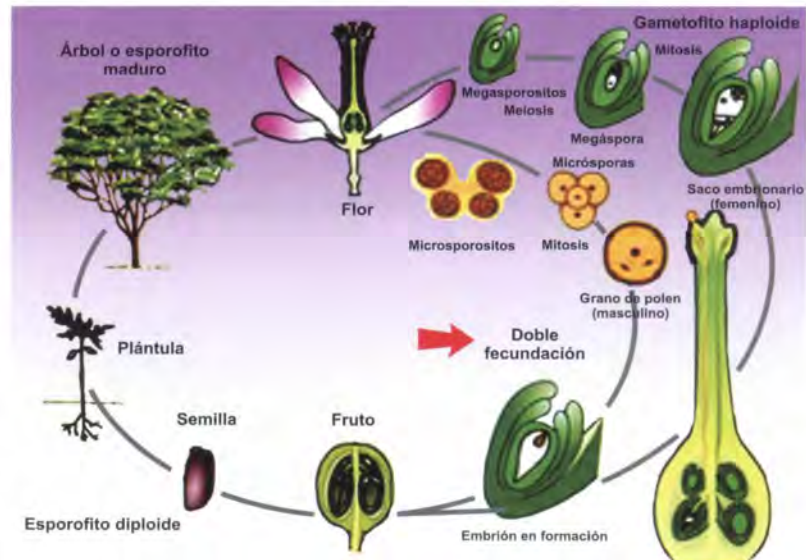


Fig. 10. Ciclo reproductivo de una planta.

### c) 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:** Sirven para guardar el material de reserva.
- **Cubiertas o testas:** Sirven para protección del embrión.

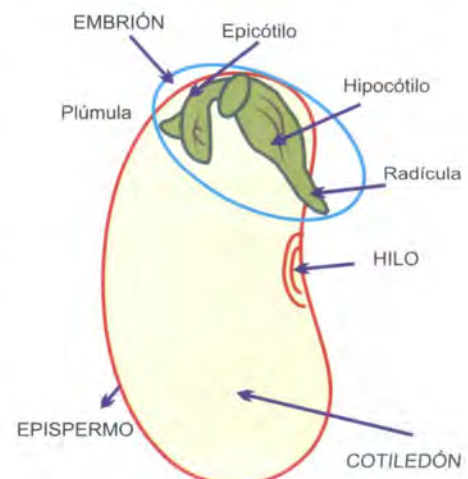


Fig. 11. Partes de una semilla.