



**UTPL**  
La Universidad Católica de Loja

Vicerrectorado de Modalidad Abierta y a Distancia

## Sistemas de Producción Vegetal

Guía didáctica





Facultad Ciencias Exactas y Naturales

## Sistemas de Producción Vegetal

### Guía didáctica

Carrera

PAO Nivel

Agronegocios

I

#### Autores:

Edwin Daniel Capa Mora

#### Reestructurada por:

Paúl Diego Loján Armijos



P A G R \_ 1 0 1 4



**Sistemas de Producción Vegetal**



**Guía didáctica**

Edwin Daniel Capa Mora



**Reestructurada por:**

Paúl Diego Loján Armijos



**Diagramación y diseño digital**



Ediloja Cía. Ltda.

Marcelino Champagnat s/n y París

edilojacialtda@ediloja.com.ec

[www.ediloja.com.ec](http://www.ediloja.com.ec)

**ISBN digital - 978-9942-25-779-6**

**Año de edición:** abril, 2020

**Edición:** primera edición reestructurada en enero 2025 (con un cambio del 30%)

Loja-Ecuador



Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0** (CC BY-NC-SA 4.0). Usted es libre de **Compartir – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar – remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: Reconocimiento- debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.** Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. **No Comercial-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. Compartir igual-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.** No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

# Índice

<b>1. Datos de información .....</b>	<b>8</b>
1.1 Presentación de la asignatura.....	8
1.2 Competencias genéricas de la UTPL.....	8
1.3 Competencias del perfil profesional .....	8
1.4 Problemática que aborda la asignatura .....	9
<b>2. Metodología de aprendizaje .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje.....</b>	<b>12</b>
<b>Primer Bimestre.....</b>	<b>12</b>
<b>    Resultado de aprendizaje 1: .....</b>	<b>12</b>
<b>    Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	<b>12</b>
<b>    Semana 1 .....</b>	<b>12</b>
Unidad 1. Introducción a los sistemas de producción vegetal .....	13
1.1 Sistemas de producción vegetal .....	13
1.2 Caracterización de los sistemas de producción vegetal.....	14
1.3 Tipos de sistemas de producción vegetal.....	16
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	18
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	<b>18</b>
<b>    Semana 2 .....</b>	<b>18</b>
Unidad 1. Introducción a los sistemas de producción vegetal .....	18
1.4 Medioambiente y sistemas de producción vegetal .....	19
1.5 Componentes del sistema de producción vegetal.....	20
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	21
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	<b>23</b>
<b>    Semana 3 .....</b>	<b>23</b>
Unidad 1. Introducción a los sistemas de producción vegetal .....	23
1.6 Tecnologías en los sistemas de producción vegetal.....	24
Actividad de aprendizaje recomendada .....	27
Autoevaluación 1.....	27

<b>Resultado de aprendizaje 2: .....</b>	30
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	30
<b>Semana 4 .....</b>	30
Unidad 2. Procesos fisiológicos de las plantas .....	30
2.1. Absorción y transporte de agua en las plantas.....	31
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	34
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	35
<b>Semana 5.....</b>	35
Unidad 2. Procesos fisiológicos de las plantas .....	35
2.2. La fotosíntesis.....	35
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	38
Autoevaluación 2.....	38
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	40
<b>Semana 6.....</b>	40
Unidad 2. Procesos fisiológicos de las plantas .....	40
2.3. Nutrición vegetal .....	40
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	44
Autoevaluación 3.....	45
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	47
<b>Semana 7 .....</b>	47
Unidad 3. Crecimiento y desarrollo vegetal.....	47
3.1. Crecimiento y desarrollo vegetal.....	47
3.2. Reguladores del crecimiento vegetal (fitohormonas) .....	49
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	52
Autoevaluación 4.....	53
<b>Resultados de aprendizaje 1 y 2: .....</b>	56
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	56
<b>Semana 8 .....</b>	56
Actividades finales del bimestre .....	56

Segundo bimestre.....	57
Resultado de aprendizaje 3: .....	57
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	57
Semana 9 .....	57
Unidad 4. Producción de cultivos hortícolas .....	57
4.1. Horticultura.....	57
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	61
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	62
Semana 10 .....	62
Unidad 4. Producción de cultivos hortícolas .....	62
4.2. Labores técnicas del manejo de hortalizas.....	62
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	67
Autoevaluación 5.....	67
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	70
Semana 11 .....	70
Unidad 5. Producción de cereales.....	70
5.1. Cereales .....	70
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	74
Autoevaluación 6.....	75
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	77
Semana 12 .....	77
Unidad 6. Producción de cultivos de leguminosas .....	77
6.1. Leguminosas .....	77
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	80
Autoevaluación 7.....	81
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	83
Semana 13 .....	83
Unidad 7. Producción de cultivos frutícolas.....	83
7.1. Fruticultura .....	83

7.2. Implementación de plantaciones frutícolas.....	85
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	92
Autoevaluación 8.....	93
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	<b>95</b>
<b>Semana 14.....</b>	<b>95</b>
Unidad 8. Producción de cultivos forrajeros .....	95
8.1. Pastos y forrajes .....	95
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	100
Autoevaluación 9.....	101
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	<b>103</b>
<b>Semana 15.....</b>	<b>103</b>
Unidad 9. Producción de cultivos protegidos e hidropónicos.....	103
9.1. Producción de cultivos bajo cubierta .....	103
9.2. Producción de cultivos en sistemas hidropónicos .....	105
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	111
Autoevaluación 10.....	112
<b>Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....</b>	<b>114</b>
<b>Semana 16.....</b>	<b>114</b>
Actividades finales del bimestre .....	114
<b>4. Autoevaluaciones .....</b>	<b>115</b>
<b>5. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>128</b>



## 1. Datos de información

### 1.1 Presentación de la asignatura



### 1.2 Competencias genéricas de la UTPL

- Trabajo en equipo.
- Comportamiento ético.
- Pensamiento crítico y reflexivo.

### 1.3 Competencias del perfil profesional

- Reconoce los principales aspectos bióticos y abióticos involucrados en los procesos productivos agrícolas en función de maximizar el beneficio económico.
- Conoce las principales zonas productoras según el tipo de cultivos, lo que le permite planificar en concordancia a los sistemas productivos.

## 1.4 Problemática que aborda la asignatura

La asignatura de Sistemas de producción vegetal contribuirá a la resolución de la problemática de conocer cuáles son las causas que ocasionan la baja productividad de la mayoría de los sistemas de producción agrícolas del país, con lo que se podrá contribuir a la mejora de la seguridad alimentaria de la sociedad.





## 2. Metodología de aprendizaje

Estimado estudiante, es importante indicar que, dentro de la asignatura de Sistemas de producción vegetal, considere un promedio mínimo de tres horas de dedicación semanal de trabajo autónomo, así como dos horas semanales de interacción en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), tanto en actividades en línea síncronas como asíncronas y para la práctica de aplicación y experimentación que corresponde a la elaboración de la tarea.

Es necesario que sea muy riguroso en su exigencia en tiempos de dedicación y autoaprendizaje. La metodología que empleará el siguiente curso es la del Aprendizaje Basado en Problemas.

A continuación, se presentan algunas orientaciones para estudio:

Para alcanzar las competencias de esta asignatura, usted dispondrá de:

- Guía didáctica (documento presente).
- Recursos cargados en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA).
- Actividades en línea, síncronas y asíncronas que le permitirán interactuar entre compañeros y docentes y poner en práctica lo aprendido.

Además, se le propone que constantemente esté en búsqueda de información relacionada con los sistemas de producción vegetal, la cual debe analizarla con la finalidad de tener autoeducación constante y de calidad. Será bueno que lleve un cuaderno de apuntes, en el que anote las ideas principales y dudas que tenga sobre los temas tratados y consultados, para posterior consulta con el docente o compañeros de carrera.

A continuación, se pone en consideración algunas recomendaciones generales que deben tener en cuenta:

- Al inicio del ciclo académico, revise el plan docente y el calendario académico. Tenga presentes las fechas importantes: actividades sincrónicas y asincrónicas, entrega de la tarea y evaluaciones presenciales.
- Revise semanalmente el plan docente y los anuncios académicos que son subidos al EVA. Esto permitirá el cumplimiento de la planificación de la asignatura, lecturas adicionales, actividades síncronas y asíncronas, avisos importantes.
- Participe constantemente en las actividades planificadas en el EVA foros académicos, chats académicos, evaluaciones parciales, video colaboración, las cuales serán recordadas con la antelación requerida.
- Desarrolle progresivamente las tareas bimestrales, de acuerdo al calendario, con la finalidad de que pueda consultar con el docente en caso de que surja alguna duda.
- Desarrolle las evaluaciones parciales y presenciales que se planifiquen para cada bimestre.
- No olvide que puede contactar a su tutor vía telefónica en los horarios de las tutorías publicados en el EVA.
- Al finalizar cada unidad, realice las autoevaluaciones propuestas, de manera que estas actúen como un primer indicador de los conocimientos adquiridos.



### 3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



#### Primer Bimestre

##### Resultado de aprendizaje 1:

Reconoce los principales aspectos bióticos y abióticos involucrados en la formación de la cosecha y cómo manipularlos en función de maximizar el beneficio económico.

El resultado de aprendizaje 1 está orientado a definir el campo de estudio y contextualizar la importancia de los sistemas de producción vegetal en la soberanía alimentaria de un país. Además, le permitirá identificar los principales sistemas de producción vegetal, sus componentes y las nuevas tecnologías utilizadas en la producción agrícola.

##### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

Recuerde revisar de manera paralela los contenidos con las actividades de aprendizaje recomendadas y actividades de aprendizaje evaluadas.



##### Semana 1

Estimado estudiante, con la finalidad de transmitir y generar los resultados de aprendizaje más adecuados para su formación como licenciado en Agronegocios, se ha organizado la guía por resultados de aprendizaje que abarcan distintas unidades y estas, a su vez, están distribuidas en dos o más semanas según la extensión de los temas abordados. El presente texto ha sido elaborado con información relevante de distintas fuentes, que le permitirá alcanzar los resultados de aprendizaje planteados.

En la primera semana, se abordarán los conceptos primordiales de los sistemas de producción vegetal o agrícolas, analizará su importancia y los principales tipos de sistemas que existen en este medio y a nivel mundial.

## **Unidad 1. Introducción a los sistemas de producción vegetal**

El inicio de la agricultura significó un cambio importante en el desarrollo de las civilizaciones. En la antigüedad, los seres humanos eran nómadas y, por lo tanto, para su sustento practicaban la caza y la recolección de frutos silvestres; una vez agotados los recursos de un sitio, debían desplazarse a otra zona que ofrecieran mejores condiciones de subsistencia. La agricultura posibilitó que los grupos nómadas se establecieran en un lugar fijo, en general zonas con cierto grado de fertilidad y acceso a agua dulce, hecho que facilitó el surgimiento de las ciudades.

Desde el punto de vista económico, el inicio de la agricultura significó un aumento de la productividad, ya que no era necesario que cada ser humano deba invertir su tiempo en producir su alimento, ya que solo algunos se dedicaban a esta tarea, mientras que otros se especializaban en otras tareas distintas. Finalmente, la producción agrícola permitió la existencia de excedente que se podía comercializar. Para más información sobre el tema, se sugiere analizar el siguiente video: [la agricultura y sus fases de evolución.](#)

No olvide ir anotando las ideas principales en su cuaderno de apuntes. Esta estrategia le permitirá recapitular con mayor facilidad los temas tratados.

### **1.1 Sistemas de producción vegetal**

#### **Definición**

Según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), los sistemas de producción vegetal se definen como un conjunto de explotaciones agrícolas en las que se combina espacio, tiempo, trabajo –familiar, asalariado, comunal, entre otros– y medios de producción –tierras, agua y sistemas de riego, mano de obra, recursos genéticos–, con miras a

obtener diferentes beneficios productivos y económicos. Sin embargo, se debe mencionar que no existe una definición única establecida para sistema de producción agrícola, por lo que se suelen encontrar diferentes tipos de definiciones y clasificaciones de los sistemas de producción, las cuales dependerán de los objetivos que se persigan en la explotación (Parlamento Científico de Jóvenes, 2019).



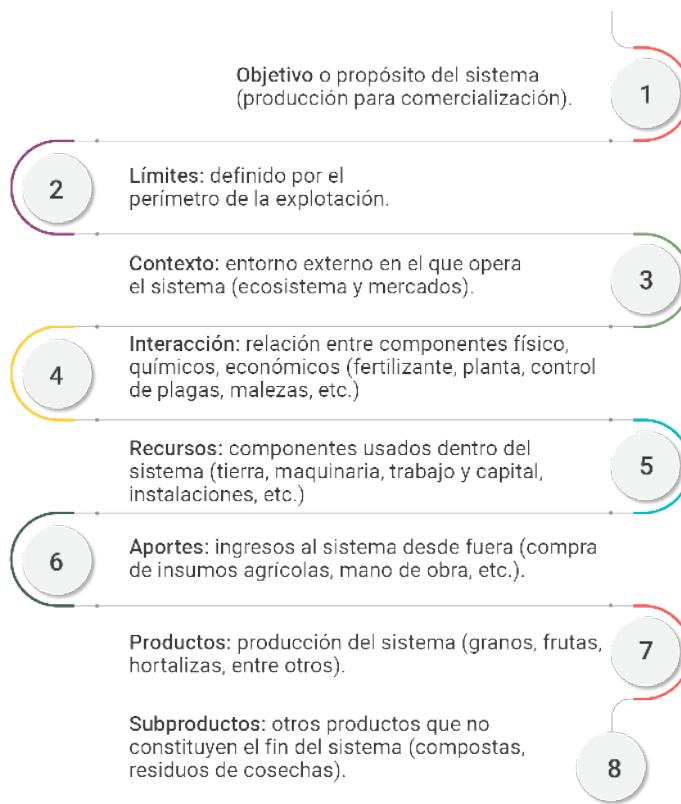
Lo invito a revisar el siguiente artículo: [Parlamento Científico de Jóvenes \(2019\)](#), en el cual se describen los diferentes tipos de producción y clasificación de los sistemas de producción agrícola que son utilizados en Ecuador y en otras partes del planeta.

## 1.2 Caracterización de los sistemas de producción vegetal

Caracterizar un sistema de producción vegetal consiste en identificar sus componentes, indicadores y limitaciones, para obtener un modelo real de producción. Para caracterizar un sistema de producción vegetal, se debe tener claro el enfoque y procesos del predio o sistema de producción agrícola. Con esta información, se podrá implementar el proceso productivo de la organización. En la figura 1 se muestra el mapa (proceso) para la caracterización de un sistema de producción agrícola (Parlamento Científico de Jóvenes, 2019; Biblioteca de la Agricultura, 2007).

## Figura 1

Proceso para la caracterización de un sistema de producción agrícola



Nota. Adaptado de Sistema de producción vegetal y forestal [Ilustración] por Ortega, M., 2012, [scriibd](#). CC BY 4.0.



En la siguiente lectura: [Sistemas de producción vegetal: caracterización, tipos y componentes](#) podrá encontrar la caracterización, los tipos y los componentes relacionados con los diversos sistemas de producción vegetal.

Se le invita a seguir descubriendo cuáles son las características de los diferentes sistemas de producción vegetal, según Dixon y Gulliver (2001). En el siguiente subtema, se presentan algunos de los tipos de sistemas más importantes.

### 1.3 Tipos de sistemas de producción vegetal

Se ha mencionado que no hay una definición única establecida que conceptualice un sistema de producción vegetal o agrícola, debido a que existen diferentes definiciones y clasificaciones. A continuación, se expone una clasificación tomando en cuenta algunas características que se pueden encontrar en estos sistemas.

*“La agricultura es la madre fecunda que proporciona todas las materias primeras que dan movimiento a las artes y al comercio”.*

**Manuel Belgrano.**

#### Según su dependencia del agua:

1. **De secano:** son sistemas de producción desprovistos de aporte de agua por parte del agricultor, por lo que para producir usan aguas lluvias o subterráneas.
2. **De regadío:** es un sistema que usa del aporte de agua externa dada por el productor, esta agua es captada por cauces naturales o artificiales, o mediante la extracción de aguas subterráneas.

#### Según la producción y su relación con el mercado:

1. **Sistemas de producción vegetal de subsistencia:** son sistemas básicos en los cuales la producción es mínima, lo que constituye un aporte a la alimentación de la familia productora; en caso de existir excedente, suelen ser intercambiados y comercializados con los vecinos. En estos sistemas, el nivel de tecnificación es primitivo —no se usa maquinaria, sistemas de riego, análisis de suelos, entre otros.
2. **Sistema de producción vegetal, industrial o de mercado:** son sistemas de producción extensos en los que se hacen fuertes inversiones de capital de dinero; el destino de esos productos es la comercialización, a nivel nacional o internacional. El uso de tecnología agrícola es alto.

## **Según el nivel de tecnificación utilizado:**

- 1. Sistemas de producción intensivos o industrial:** busca los máximos rendimientos mediante el uso de un alto nivel de tecnificación y una mayor inversión de capital; estas prácticas llevan a un mayor desgaste de los recursos, especialmente el recurso suelo.
- 2. Sistemas de producción extensivos:** este tipo de producción se realiza en grandes áreas de terreno con bajos niveles de tecnificación. Por lo general, los rendimientos son bajos. Aunque provoca una menor presión sobre el sitio de producción, sus beneficios comerciales son menores.

## **Según el método utilizado y el objetivo de la producción:**

- 1. Sistemas de producción tradicionales:** su producción se basa en prácticas tradicionales de la localidad; generalmente, esta agricultura se produce en períodos más o menos prolongados.
- 2. Sistemas de producción industrial:** están basados en los sistemas de producción intensivos, su objetivo es producir grandes cantidades de alimentos en la menor área y tiempo posible. Este tipo de sistemas produce mayor desgaste de los recursos naturales.
- 3. Sistemas de producción ecológica:** denominados también sistemas de producción biológica u orgánicas –considerados sinónimos–, los cuales se basan en una producción con respeto a los recursos naturales, fomentando la fertilidad de suelos, conservación de fuentes de agua, aplicación de insumos naturales, reciclaje de nutrientes, entre otros. En los mercados internacionales, la certificación de producción orgánica en un determinado producto aumenta su valor en el mercado.
- 4. Sistemas de producción naturales:** son sistemas de producción basados solo en la recolección de productos –frutos, plantas, raíces, entre otros) sin la intervención antropogénica.



Recuerde anotar todas sus inquietudes y trasmitirlas a su tutor por medio del EVA, o llamando en los horarios de tutoría.



## Actividades de aprendizaje recomendadas



Estimado estudiante, para complementar su aprendizaje de la temática presentada, se le recomienda realizar las siguientes actividades:

1. Dar lectura a la siguiente información sobre: Guía de elaboración de planes de finca, en el cual podrá encontrar los procesos para realizar la transformación al predio o finca de producción agrícola y reconocer sus potencialidades y limitaciones para lograr la mejora de los sistemas de producción.
2. Posterior a la lectura se le recomienda resumir las ideas principales que se abordan en la información consultada (planes de finca). Este trabajo le ayudará a mejorar el conocimiento sobre la planificación de un sistema de producción vegetal (predio o finca).

Nota: conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Por medio de este resultado, usted conocerá los principales aspectos bióticos y abióticos involucrados en la producción agrícola y de esta forma conocer cómo manipularlos para poder maximizar el rendimiento de los cultivos.

### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



## Semana 2

### Unidad 1. Introducción a los sistemas de producción vegetal

Estimado estudiante, en la semana 2 continuará con la revisión de los sistemas de producción vegetal. Abordará los temas de medioambiente en la producción agrícola y los componentes que están conformando a estos sistemas. Analizará cuáles son las principales causas de contaminación que provocan los sistemas de producción vegetal y qué cuidados se deben tener al momento de producir.

## 1.4 Medioambiente y sistemas de producción vegetal

Continuemos describiendo los sistemas de producción vegetal y su importancia para el medioambiente, ya que generan un impacto positivo en todo el mundo y constituyen un aporte importante en el mantenimiento de la seguridad alimentaria de cada país —y por ende en la calidad de vida—, por lo que es indispensable vivir en armonía con estos sistemas (Ortiz, 2012; Paneleros Vencedores, s/f). En los últimos años, debido a la creciente necesidad de satisfacer las necesidades alimenticias de la población mundial, los sistemas de producción vegetales intensivos han aumentado, y con ellos el uso de insumos agrícolas, tales como fertilizantes minerales, fungicidas, plaguicidas, herbicidas, semillas mejoradas, maquinaria agrícola, entre otros. Sin embargo, las evidencias de su impacto negativo en los ecosistemas naturales se han documentado en varias investigaciones, dejando incluso a su paso grandes áreas de suelos infértilles (Dixon y Gulliver, 2001).

Según Ortiz (2012), dentro de los principales daños que ocasiona el uso excesivo e inadecuado de estos insumos agrícolas están:

- Contaminación de suelos (acidificación o salinización por excesos de fertilizantes minerales).
- Contaminación de aguas por lixiviación de los fertilizantes a fuentes de aguas.
- Contaminación del medioambiente por la emisión de gases efecto invernadero como el óxido nitroso ( $N_2O$ ).
- Contaminación ambiental por quema de restos de cultivos, además de la muerte de flora y fauna benéfica.
- Contaminación de suelos y aguas por la aplicación de herbicidas, fungicidas y plaguicidas. Esta contaminación se produce de manera directa (aplicación directa al suelo o patógeno) o indirecta (lavado de tarros, bombas, basuras, entre otros).
- Enfermedades, especialmente de carácter respiratorio, digestivo o dermatológico, por el uso no adecuado del producto (no uso de traje, mascarilla, guantes, entre otros).

Por estas y otras razones, es necesario reflexionar y proponer alternativas que ayuden a minimizar el uso de insumos agrícolas y hacer un manejo sostenible de los recursos naturales usados en la producción agrícola para un desarrollo sostenible.

## 1.5 Componentes del sistema de producción vegetal

La producción de cultivos debe determinarse según las condiciones climáticas del sitio en donde se desee hacer. En otras palabras, para ciertos subsistemas, lo que quiere decir, que la producción vegetal estará determinada por diversos factores (Biblioteca de la Agricultura, 2007):

- Área del terreno.
- Cultivo(s) por sembrarse.
- Manejo o técnicas que se aplicarán para todo el proceso de producción.
- Técnicas de cosecha y postcosecha.

Dentro de estos componentes de un sistema productivo agrícola se puede considerar los siguientes:

1. **Biológicos:** también conocidos como bióticos que incluyen: animales, plantas y microorganismos presentes. En resumen, son todos los seres vivos que están relacionados con el sistema de producción vegetal, sean cultivados – plantas cultivadas o producidas – o de origen natural – vegetales autóctonos del ecosistema–.
2. **Físicos:** también conocidos como abióticos, tales como el clima, la composición del suelo, el recurso, el agua. Estos factores no son estáticos y pueden presentar variaciones. Aquí también se considera la influencia antropogénica que incluye las técnicas de producción usadas.

- **Medio natural:** son suelo, clima, agua, temperatura, entre otros. Revise la siguiente infografía para conocer más de este tema.  
[Descripción de los subcomponentes del medio natural](#)
- **Medio humano:** está constituido por las relaciones estructurales y sociales del sistema productivo y cómo están influyendo en el

sistema; en algunos casos están influenciadas por la cultura y tradición de la zona y, en otros casos, por la demanda del mercado.

- **Medio técnico:** es todo el sistema técnico. En este medio se consideran los tipos de herramientas y maquinarias que se utilizarán en el sistema de producción; el material vegetal y animal que existen en el medio, además de las técnicas de cultivo que se usarán en el sistema.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Es momento de aplicar sus conocimientos a través de las actividades que se han planteado a continuación:

1. La mejor manera de conocer las causas y efectos que produce el uso inapropiado de productos químicos al medioambiente y salud es revisando algunos documentos de búsqueda propia en la web, por lo que se le invita buscar en la herramienta del [Google Scholar](#) al menos 5 artículos y revisarlos.
2. **Resolución de caso 1:** ahora pondrá en práctica lo revisado hasta el momento. Haciendo observación directa de un predio productivo cercano a su lugar de residencia:
  - Realice un recorrido del sitio. Con la información de las semanas 1 y 2, haga la caracterización del sistema de producción (utilizado la información de la figura 1).
  - Identifique el tipo de sistema de producción al que pertenece (intensivo, extensivo, secano, entre otros).
  - Observe cualquier actividad realizada en el predio que pueda tener un efecto adverso en el ambiente.
  - Con la información recolectada, redacte un pequeño informe en el cual se detalle: caracterización del sistema productivo, tipo de producción y alguna actividad potencialmente contaminante. Deberá documentar con fotos la realización de la actividad.



3. De lectura al artículo [La agricultura y el cambio climático](#), luego resuma las ideas principales que se abordan en el punto 2 del documento El cambio climático afecta a la agricultura.



Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



4. Navegue en el portal de [Google Académico](#):

- Emplee combinaciones de palabras claves en el campo de búsqueda (figura 2) –clima y producción agrícola, influencia del clima en la productividad agrícola–.
- La mayor parte de las publicaciones permiten el acceso directo al PDF, use el vínculo que se muestra para descargarlos.
- En aquellos casos en los que no aparezca un vínculo directo al PDF de la publicación, pruebe accediendo a las diferentes versiones, es muy probable que una de estas versiones sea el PDF del texto completo.
- Accediendo a los artículos relacionados, aumenta la probabilidad de encontrar artículos relevantes a la temática de interés. Descargue al menos unos 5 artículos de su interés para su revisión.



## Figura 2

Proceso de búsqueda de información bibliográfica en el portal Google

The screenshot shows a search results page from Google Scholar. The search query 'clima y producción agrícola' has returned approximately 552,000 results. The results are listed in descending order of relevance. Each result includes a title, a brief abstract, and options to save, cite, or view related articles.

- Result 1:** 'El clima en la producción agrícola del desarrollo productivo en el departamento de La Paz 1998-2016' by VL Arancibia Miranda. It discusses how climate influences agriculture in La Paz. Options: Guardar, Citar, Citado por 3, Artículos relacionados, Las 2 versiones.
- Result 2:** 'Clima y producción agrícola en Andalucía durante la Edad Moderna (1587-1729)' by FS Rodrigo, M. Martínez Aller, J. (eds.). It explores agriculture in Andalucía during the Modern Era. Options: Guardar, Citar, Citado por 11, Artículos relacionados.
- Result 3:** '[PDF] Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos sistémicos y posibles respuestas' by W Vergara, AR Ríos, P Trujillo. It looks at the future of agriculture and climate in Latin America and the Caribbean. Options: Guardar, Citar, Citado por 42, Artículos relacionados.
- Result 4:** '[PDF] PIS-16-11-Efectos de los cambios de clima en la producción agrícola del maíz duro de Ecuador' by MJ VILLACIS ERAZO, AF ANDRADE VALDOSPINOS. It examines the effects of climate change on maize production in Ecuador. Options: Guardar, Citar, Citado por 1, Artículos relacionados.

Nota. Tomado de Búsqueda de clima y producción agrícola [Captura de pantalla], por Google Scholar. 2024, [Google Scholar](#), CC BY 4.0.

## Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



### Semana 3

#### Unidad 1. Introducción a los sistemas de producción vegetal

En la presente semana se revisarán algunas tecnologías empleadas en los sistemas de producción vegetal, las cuales, en la actualidad y debido a las grandes demandas de producción, son de suma utilidad para poder ser competitivos en el mercado. Estas tecnologías facilitan los procesos de producción, haciendo cada vez más sencillo el trabajo de labrado de suelo,

sembrado, cosecha, planificación de cultivos, entre otros. Uno de los problemas que trae consigo la implementación de estas tecnologías es el alto costo de inversión.

## 1.6 Tecnologías en los sistemas de producción vegetal

Las tecnologías agrícolas son el conjunto de herramientas, técnicas, recursos, dispositivos y sistemas que permiten la utilización de elementos tecnológicos en las tareas y actividades agrícolas. El uso de estas tecnologías se realiza principalmente en países desarrollados. Cada día se populariza más su uso en la agricultura en los países en vías de desarrollo, principalmente por los altos costos de inversión (Biblioteca de la Agricultura, 2007).

La industria de nuevas tecnologías en el campo agrario y alimentario está constituida por varios campos, tales como tratamiento masivo de datos, uso de dispositivos digitales y móviles, agricultura de precisión, insumos biotecnológicos, bioinsumos, gestión del agua, bioenergía, agrobiotecnología, entre otros.

Uno de los ejemplos más claros de la aplicación de tecnología en los sistemas de producción vegetal son los sistemas de riego por goteo. Por ejemplo, un productor que riega sus cultivos a mano con regadera, al incluir en su predio un sistema de riego automático por goteo, ya no tendrá que recorrer toda su parcela y perder mucho tiempo en esta tarea.

Día a día se van desarrollando nuevas tecnologías aplicadas al campo agrícola, estas tecnologías permiten lograr importantes avances en la estructura económica y comercial de un sector, al disminuir las labores de mano de obra, optimizar los recursos naturales y disminuir la cantidad de insumos utilizados en la producción. Por esta razón, en muchos países desarrollados existe una fuerte inversión para la innovación de técnicas productivas que ayuden a mejorar los procesos. Es habitual que los gobiernos,



universidades, empresas privadas, entre otros, busquen el desarrollo de nuevas tecnologías, las cuales puedan ser aplicadas en los sistemas de producción vegetal de un determinado territorio.

En el siguiente apartado se describirán algunas tecnologías utilizadas en el campo de la producción agrícola (Biblioteca de la Agricultura, 2007).

- **Sembradoras y tractores con GPS:** son maquinarias autoguiadas con precisión en el terreno por cultivar y en cualquier horario. El trabajo desarrollado, por ejemplo, en la aplicación de tratamientos, tales como siembra, aplicación de fertilizantes, control de plagas y enfermedades, arado, entre otros, es muy eficiente; además de que permite ahorrar tiempo y dinero al disminuir la mano de obra.
- **Software para agricultura de alta precisión:** es el desarrollo de programas informáticos como una estrategia para gestión de recolección, procesamiento y análisis de datos temporales, espaciales e individuales. Estos datos son combinados luego con otras informaciones para respaldar decisiones de manejo de acuerdo con la variabilidad estimada en el predio productivo, y así mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción agrícola.
- **Tecnología de recolección o cosecha:** muchas máquinas colectoras o cosechadoras están en la capacidad de recolectar frutos en el punto más adecuado de madurez, diferenciando un fruto verde de uno que ya está listo para la cosecha, con base en algunos criterios, tales como color, presión o consistencia, entre otros.
- **Drones y robots en la agricultura:** la aplicación de drones equipados con cámaras y sensores volados por el propio productor o programados mediante un GPS, permiten hacer seguimiento a los cultivos de manera muy específica, detectar problemas por falta de agua en el suelo o de algún nutriente, detectar plagas y enfermedades. También se pueden usar para el control de estas plagas, al realizar fumigaciones, y para controlar insectos.
- **Sistemas de riego por telemetría:** la telemetría es la técnica automatizada que permite recopilar y analizar datos de manera remota, con estos datos se podrá optimizar el uso de agua destinada al riego del cultivo, calculando

la dosis exacta de agua que necesita el cultivo (suministrada por medio del sistema de goteo).

- **Agricultura de precisión:** uso de datos geo-referenciados, imágenes satelitales y software de análisis para gestionar las necesidades específicas de los cultivos.

- **Control climático en invernaderos:** sistemas avanzados que regulan temperatura, humedad, iluminación y CO<sub>2</sub> de manera automática.



Por otra parte, el desarrollo de estas tecnologías agrícolas podría causar efectos negativos; de ser mal aplicadas, traería como consecuencia el deterioro de los recursos naturales, tales como (Ortiz, 2012):

- **Deforestación:** es un proceso provocado por la actividad antropogénica, en el cual se destruye la superficie forestal; sus principales razones son la expansión de la frontera agrícola o ganadera y el comercio de madera.

- **La erosión:** es el proceso de desgaste y pérdida de la capa superficial de suelo, el cual puede darse por la explotación irracional de monocultivos intensivos.

- **La desertificación:** es la degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultantes de la interacción de diversos factores, incluidos los factores climáticos y actividades antropogénicas.

- **La salinización:** es un proceso que sucede debido a la alta acumulación de sales, cloruros, sulfatos, carbonatos y nitratos de sodio, potasio, calcio y magnesio. Esta acumulación de sales puede darse por la aplicación excesiva de fertilizantes químicos, lo que, a mediano y largo plazo, provoca infertilidad en los suelos agrícolas

- **Envenenamiento agroquímico del suelo, agua, animales y personas:** debido a las excesivas aplicaciones de insumos agroquímicos —fertilizantes químicos y pesticidas— en los cultivos para controlar hierbas indeseadas, plagas y enfermedades. Esto ocurre generalmente en sistemas vegetales de producción intensiva en los que se hace un mal manejo.



**Investigación 1:** un productor quiere implementar un cultivo de maíz con el uso de mediana a alta tecnología, y desea que le ayude con algunas sugerencias sobre los aspectos que debe tomar en cuenta para poder realizarlo de manera correcta y no afectar los recursos naturales o el medio ambiente.

Ayude al trabajador con algunas sugerencias.

Ejemplo: realice un análisis de suelos en el lugar de siembra, entre otros.

Repase ahora todo lo aprendido: el objetivo de los sistemas de producción vegetal es producir alimentos para consumo de la población humana y también para animales de granja. En este sentido:

Le invitamos a leer todos los documentos compartidos, para conocer más sobre el fascinante mundo de los sistemas de producción agrícola y su importancia en la seguridad alimentaria.



### Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante, para complementar su aprendizaje de la temática presentada, se le recomienda realizar la siguiente actividad:

¡Felicitaciones! Ha finalizado la unidad 1 y con la finalidad de evaluar los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta.



### Autoevaluación 1

1. Un sistema de producción vegetal es:

- Conjunto de explotaciones agrícolas que combina fuerza de trabajo y medios de producción.
- Conjunto de plantaciones encontradas en una finca agrícola.

c. Conjunto de maquinaria y herramientas agrícolas para producir en una finca.



2. ¿Cuál es el objetivo de un sistema de producción agrícola?

- a. Es el perímetro de la explotación o sistema.
- b. Es el propósito a lo que está dedicado el sistema de producción.
- c. Son los recursos que utiliza el sistema para producir.



3. ¿Qué es el producto de un sistema de producción vegetal?

- a. Es la producción propia del sistema —granos, hortalizas, frutas, entre otros—.
- b. Son los residuos de las cosechas vegetales que se utilizan para vender.
- c. Es la interacción de los componentes físicos y químicos usados en el sistema de producción.



4. ¿Qué es un sistema de producción vegetal de secano?

- a. Son sistemas a los que se les aporta agua de riego cuando es necesario.
- b. Son sistemas que están desprovistos del aporte de agua.
- c. Son sistemas que siempre usan agua de riego para producir.



5. ¿Qué es un sistema de producción vegetal de carácter industrial?

- a. Son sistemas en los que se utiliza tecnología actual para mejorar la producción.
- b. Son sistemas que generan grandes producciones para la venta.
- c. Las dos anteriores.

6. ¿Qué es un sistema vegetal de producción intensiva?

- a. Sistema de producción de grandes áreas y con poca producción.
- b. Sistema de producción de mediana área y poca producción.
- c. Sistema de producción de área pequeña y alta producción.

7. ¿Qué es un sistema de producción natural?

- a. Es un sistema de producción en el que solo se aplican productos orgánicos.
- b. Es un sistema de producción en el que no se aplica ningún producto para producir.
- c. Es un sistema de producción en el que se aplican productos orgánicos y también productos de origen químico.



8. ¿Cuáles de los siguientes componentes del sistema de producción vegetal son los físicos?

- a. Suelo, animales, plantas, maquinaria agrícola.
- b. Suelo, agua, topografía, viento.
- c. Suelo, agua, topografía, hombre.



9. Concepto de las tecnologías de producción vegetal.

- a. Es el uso o aplicación de dispositivos digitales para la mejora de los sistemas de producción agrícolas.
- b. Es la aplicación del conocimiento del uso de herramientas, técnicas y recursos en los sistemas de producción agrícolas.
- c. Las dos anteriores.



10. ¿Qué podría provocar el uso inadecuado de tecnologías agrícolas?

- a. Una buena productividad.
- b. Erosión y salinización del suelo.
- c. Las dos anteriores.



[Ir al solucionario](#)



## Resultado de aprendizaje 2:

Contrasta los principios metabólicos y reproductivos de las plantas a través del análisis e interpretación de los conocimientos bioquímicos para la comprensión integral del funcionamiento de la planta.

Este resultado de aprendizaje le permitirá identificar los principios metabólicos y reproductivos de las plantas que le permitirán comprender de una mejor manera el funcionamiento integral de las plantas.

### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

Recuerde revisar de manera paralela los contenidos con las actividades de aprendizaje recomendadas y actividades de aprendizaje evaluadas.



### Semana 4

En la semana 4 abordará los principales procesos fisiológicos que se producen en las plantas, específicamente los relacionados con la absorción y transporte de agua. Estos procesos son importantes para lograr una buena hidratación de los órganos vegetales y transporte de los nutrientes.

### Unidad 2. Procesos fisiológicos de las plantas

La **fisiología vegetal** es una rama de la biología más específica de la botánica que se encarga del estudio del funcionamiento de todos los tejidos y órganos de las plantas en relación con el ambiente que la rodea. El campo de estudio de la fisiología vegetal abarca:

1. La **fotoquímica**, que estudia la diversidad de compuestos químicos que la planta produce para sobrevivir, como la producción de toxinas que producen para defenderse de animales herbívoros, lo que les produce un mal sabor, intoxicaciones y hasta muerte.
2. **Procesos biológicos y químicos de las células de las plantas**, que difieren en su funcionamiento en relación con la de los animales.

**3. Interacciones entre células, tejidos y órganos** de la misma planta y, finalmente.

**4. Estudia la forma en que las plantas controlan sus funciones internas**, como la producción de fitohormonas, que funcionan como unos mecanismos de comunicación entre células de diferentes partes de la planta, lo que desencadena una serie de acontecimientos moleculares que generan una respuesta (Biblioteca de la Agricultura, 2007).

Así también, la fisiología vegetal estudia el modo en que las plantas responden a las condiciones y cambios climáticos, los cuales pueden producir modificaciones en las funciones de las plantas.

## **2.1. Absorción y transporte de agua en las plantas**

Como se conoce, el agua ( $H_2O$ ) es el factor más importante en la producción agrícola, su déficit puede limitar totalmente la productividad de un cultivo, principalmente en climas o ambientes secos. Las células vegetales deben estar siempre en contacto con el agua para poder desarrollar de forma normal sus funciones, ya que casi el 100 % de estas funciones se dan en medios acuosos (Silva, 2016). Las plantas son un 90 % agua. El agua es transportada por toda la **planta** de manera casi continua para mantener sus procesos vitales funcionando.

Sin embargo, aunque los contenidos de agua en la planta son altos, estos difieren entre los distintos tejidos: las raíces pueden contener de un 71 a un 93 %; los tallos, de 48 a un 94 %; las hojas, 77 a un 98 %; los frutos, entre el 84 y un 94 %, y las semillas, con un menor contenido del 5 al 11 %. La pérdida de agua en la planta causará problemas de deshidratación y la muerte de muchos tejidos, por lo que, de no absorber la planta el agua de manera inmediata, morirá.

En el sistema suelo-planta-atmósfera, el mecanismo de movimiento del agua desde la superficie del suelo y desde las paredes del mesófilo –tejido que se encuentra entre la epidermis del haz y del envés de las hojas– hasta la atmósfera se produce en forma de vapor. Dentro del suelo y en el interior de



las plantas, el movimiento de agua se produce en estado líquido (Silva, 2016). Pequeños desequilibrios en las plantas entre la absorción y la pérdida de agua pueden causar un mal funcionamiento de muchos procesos celulares. Por ello, el equilibrio entre la absorción, transporte y pérdida de agua representa un rol importante en las plantas terrestres.

**Formas de absorción del agua por las plantas:** en las plantas terrestres, casi toda el agua es absorbida mediante las raíces y solamente una pequeña porción mediante las hojas. El agua es absorbida mayormente por los pelos radicales encontrados en las raíces y también por otras zonas de la raíz. A continuación, el transporte de agua desde las partes bajas hacia las partes aéreas de la planta se realiza por los tejidos del xilema –vasos conductores de savia bruta–, que es el tejido más importante en el transporte de agua, formado por varios tipos de células, entre las que puede señalarse los elementos traqueales: tráqueas y traqueidas (Silva, 2016).

La cantidad de agua extraída por la planta dependerá de muchos factores, entre los cuales se pueden mencionar:

1. Tipo del cultivo, ya que no todas las plantas utilizan la misma cantidad de agua.
2. Condiciones de radiación solar: temperatura, humedad y viento dominante.
3. Distribución de las raíces en el suelo.
4. Textura y porosidad del suelo, dependiendo del tipo de suelo, se podrá almacenar mayor o menor cantidad de agua y, además, la planta podrá extraerla con menor o mayor dificultad.

Por lo tanto, para el crecimiento óptimo de un cultivo, es necesario conocer de manera bastante precisa cuál es su consumo de agua en cada fase del desarrollo y así saber qué cantidad aplicar con un riego.

**Proceso de transpiración:** de manera general, se puede decir que es la pérdida de agua de la planta, que se produce en forma de vapor; esta es el agua que ha sido absorbida por las raíces y ha llegado a las hojas por medio del xilema. En la superficie de las hojas existen unos pequeños poros denominados estomas, que permiten que el agua escape hacia la atmósfera en forma de vapor, al

mismo tiempo que permiten el paso de bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que será utilizado en los procesos de fotosíntesis —que se abordará en la siguiente semana—. Del total de agua que absorbe la planta, menos de un 5 % es retenida por la planta para cumplir funciones o procesos para su crecimiento (Biblioteca de la Agricultura, 2017).

El **déficit hídrico**: es la falta o escasez de agua en el medio y está muy relacionado con la sequía o la escasez. Se puede definir como aquella situación en la que los recursos hídricos disponibles no alcanzan a satisfacer la demanda de un cultivo. Siendo el agua uno de los factores más importantes para el desarrollo de las plantas, su carencia constituye una de las principales fuentes de estrés.

Como se describió anteriormente, pequeños desequilibrios en las plantas entre la absorción y la pérdida de agua pueden causar mal funcionamiento de los procesos celulares. Muchas plantas han desarrollado respuestas que les permiten tolerar diferentes niveles de déficit hídrico. El **estrés hídrico** es la respuesta de la planta a la escasez de agua y se produce por la ausencia de lluvias o riego en el cultivo. Los períodos de sequía que soporta una planta depende de la especie cultivada —unas especies toleran la sequía mejor que otras—, de la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo y de las condiciones atmosféricas que afectan a las tasas de transpiración y evaporación (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Silva, 2016).



A mayor temperatura ambiental, se produce una mayor evaporación del agua contenida en la planta, por lo tanto, habrá una deshidratación; siendo necesario un aporte de agua, conocido a través del riego.



## Actividades de aprendizaje recomendadas



Es momento de aplicar sus conocimientos a través de las actividades que se han planteado a continuación:

1. Ahora, como repaso y para reforzar el tema de movimiento y absorción de agua. Revise el video sobre [Movimiento y absorción, de agua y solutos](#), en el que podrá apreciar, en forma gráfica, cómo se dan los procesos de la absorción de agua por las plantas y cómo funciona su fisiología de la transpiración.
2. Recuerde realizar un resumen con las palabras claves en su cuaderno de apuntes y de tener dudas, consulte a través de las tutorías en el horario establecido.
3. Ahora que conoce un poco más sobre los procesos de absorción y transpiración del agua en la planta, ponga a prueba su conocimiento contestando a las siguientes preguntas.
  - ¿Cómo se realiza la absorción de agua por parte de las raíces de las plantas?
  - ¿Qué función cumple la transpiración vegetal?, ¿cómo se lleva a cabo en las plantas terrestres?
  - Navegue en el portal [Google Scholar](#) y haga una búsqueda de artículos científicos relacionados con el tema de absorción y transporte de agua en las plantas; anote las ideas principales en su cuaderno de apuntes.
  - Revise nuevamente el video sobre [Movimiento y absorción, de agua y solutos](#), en el cual se muestran los principales procesos fisiológicos que realizan las plantas para absorber agua para su hidratación.



## Semana 5

### Unidad 2. Procesos fisiológicos de las plantas

En la semana 5 trabajará con otro de los procesos fisiológicos de las plantas, la fotosíntesis, que es un proceso en el que organismos fotosintéticos, como las plantas, aprovechan la energía solar, para transformarla en energía química, lo cual les proporciona energía para su crecimiento y para sus procesos vitales.

#### 2.2. La fotosíntesis

La fotosíntesis es la conversión de materia inorgánica en materia orgánica gracias a la energía que aporta la luz. Esta es la forma de nutrición de los organismos autótrofos, como las plantas, y constituye la base de la alimentación de todas las cadenas tróficas. Esta consta de dos fases: la luminosa y la oscura (Ocampo, 2014).

Para que pueda darse la fotosíntesis se necesita de la intervención de algunos elementos:

- Sol (energía solar).
- Gas carbónico ( $\text{CO}_2$ ), que se encuentra en el aire.
- Clorofila contenida en los cloroplastos.
- Agua.
- Sales minerales o nutrientes –absorbidos por las raíces junto con el agua.

El proceso de fotosíntesis se realiza en los cloroplastos, unas estructuras polimorfas y de color verde que se encuentran en las células de las hojas de las plantas. El interior de los cloroplastos contiene un medio interno llamado estroma, que alberga enzimas encargadas de la transformación del  $\text{CO}_2$  en materia orgánica.

La coloración verde de las plantas se debe a la presencia del pigmento clorofila contenido en los cloroplastos propios de las células vegetales. En términos medios, una célula foliar tiene entre 50 y 60 cloroplastos en su interior. Además de la clorofila, existen otros pigmentos vegetales como xantofila (amarillo) y carotenoides (naranja).

La fotosíntesis se produce en dos etapas: fase lumínica y fase oscura (Ocampo, 2014; Alegría, 2016).

- **Fase lumínica:** también conocida como fase luminosa, fase clara o fase fotoquímica, es la primera fase de la fotosíntesis. Depende directamente de la luz o energía lumínica. La energía —procedente de la luz— de los electrones que se transportan es empleada indirectamente en la síntesis de ATP mediante la fotofosforilación —precisa transporte de protones desde el lumen tilacoidal al estroma-, y directamente en la síntesis de NADPH —el NADP recibe los electrones procedentes del agua, al final de la cadena de transporte y se reduce a NADPH—. Ambos compuestos son necesarios para la siguiente fase: fase oscura o ciclo de Calvin, en el que se sintetizarán los primeros azúcares que servirán para la producción de sacarosa y almidón.

#### Fotosíntesis



**Clorofila**  $\text{CO}_2$  = dióxido de carbono

$\text{H}_2\text{O}$  = agua

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  = glucosa

$\text{O}_2$  = oxígeno

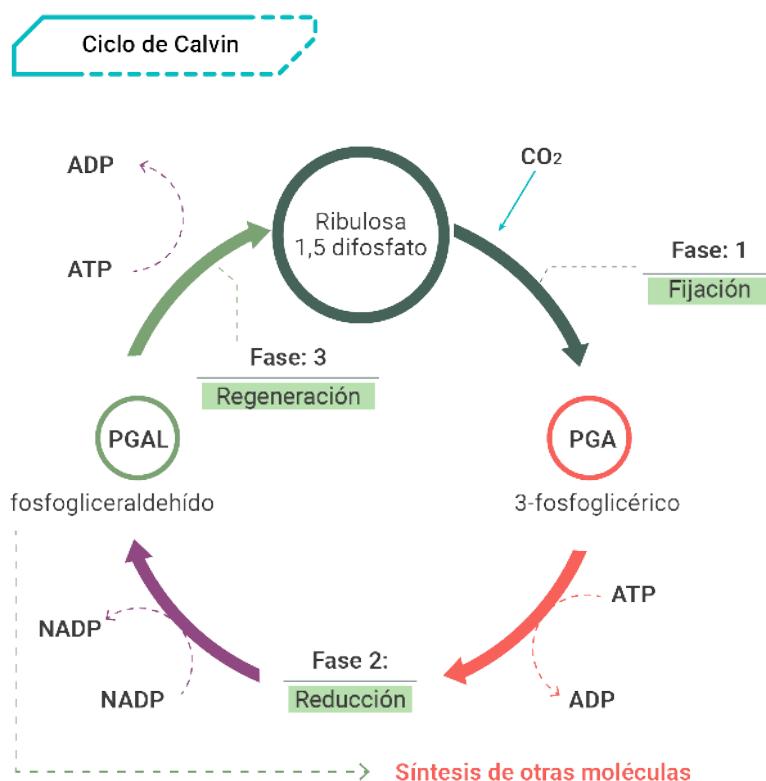
- **Fase oscura:** aquí ya no hay intervención de luz y las moléculas formadas en la fase lumínica (ATP y NADPH) actúan en la reducción de  $\text{CO}_2$  mediante una serie de reacciones conocidas como ciclo de Calvin, en el que se combina el  $\text{CO}_2$  con el RDP (difosfato de ribulosa) para formar PGA (ácido forfoglicéricido). El PGA se combina con NADPH y ATP, dando como resultado la liberación de agua, se forma PGAL. Para la nutrición de la

planta, se produce glucosa a partir de PGAL; este azúcar se disuelve en agua y recorre toda la planta, proporcionándole la energía necesaria para crecer. En otras palabras, se transforma la materia inorgánica en materia orgánica: a partir del CO<sub>2</sub> del aire. El oxígeno es liberado como producto residual (Ocampo, 2014; Alegría, 2016).

En el siguiente video se puede revisar más información al respecto de la [Fotosíntesis II \(fase oscura\) ciclo de Calvin.](#)

**Figura 3**

*Ciclo de Calvin*



Nota. Tomado de Fotosíntesis: sistema de universidad virtual [Infografía] por Ocampo, N., 2014, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. CC BY 4.0.



## Actividades de aprendizaje recomendadas



Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación:

1. El siguiente video [Fotosíntesis](#) encontrará a detalle cómo las plantas realizan el proceso de la fotosíntesis. Por favor, véalo y analícelo para reforzar el tema de esta semana, recuerde realizar apuntes de las principales ideas.
2. Realice una búsqueda en Internet, con las palabras “ciclo de Calvin”, descargue algunos artículos o videos y realice un diagrama para comprender mejor el tema de los procesos ocurridos en la fotosíntesis.

Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

3. Evalúe los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta.



### Autoevaluación 2

1. La fisiología vegetal estudia:
  - a. Tejidos y órganos vegetales y su relación con el ambiente que les rodea.
  - b. La clasificación de los organismos del reino vegetal.
  - c. Las dos anteriores.
2. El principal órgano por el cual la planta absorbe el agua es:
  - a. Tallo.
  - b. Hojas.
  - c. Raíces.

3. El transporte del agua en la planta desde la parte inferior a la superior se da por medio del:



- a. Floema.
- b. Xilema.
- c. Pelos absorbentes.

4. El agua de la planta se pierde por:



- a. Hojas.
- b. Raíces.
- c. Tallos.

5. El estrés hídrico se produce por:



- a. b y c son correctas.
- b. Sobredosis o exceso de agua en la planta.
- c. Ausencia de agua en la planta.

6. ¿Cuál de los siguientes procesos se da en la fotosíntesis?



- a. Transformación de la energía lumínica en energía química.
- b. Transformación de energía química en energía lumínica.
- c. Transformación de energía lumínica en energía térmica.

7. ¿En dónde se da el proceso de fotosíntesis?

- a. Cloroplastos.
- b. Membrana celular.
- c. Citoplasma.

8. ¿Cuáles son las fases que ocurren en la fotosíntesis?

- a. Lumínica y química.
- b. Lumínica y oscura.
- c. Solo lumínica.

9. La siguiente fórmula C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> es:

- a. Glucosa.
- b. Fotosíntesis.
- c. Ciclo de Calvin.

10. La fase lumínica depende de:

- a. Agua.
- b. Luz.
- c. CO<sub>2</sub>.

[Ir al solucionario](#)

## Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



### Semana 6

#### Unidad 2. Procesos fisiológicos de las plantas

Continuando con otro de los procesos fisiológicos que realizan las plantas, estudiará la nutrición vegetal, la cual se produce mediante la fotosíntesis y la absorción de macro y micronutrientes principalmente extraídos desde el suelo. La correcta nutrición vegetal es de vital importancia, ya que esta ayudará a maximizar la producción en los cultivos, con lo cual la rentabilidad económica será mayor.

##### 2.3. Nutrición vegetal

Al combinarse el agua y las sales minerales de la savia bruta con el dióxido de carbono, se produce la savia elaborada, que constituye en sí el alimento de la planta. Esta transformación de la savia bruta en savia elaborada se da mediante la fotosíntesis, estudiada en la semana 5.

Los minerales y el agua son absorbidos desde el suelo por el sistema radical; aunque también en situaciones complejas, como en ecosistemas muy secos, el agua también puede ingresar a la planta gracias a pequeñas vellosidades de las hojas. Esta absorción foliar —por las hojas— de agua y elementos minerales ha sido usadas, en algunos casos, también como una vía para suministrar a las plantas los fertilizantes y algunos micronutrientes rociando las hojas con soluciones acuosas que contienen nutrientes esenciales para su desarrollo (Kirkby y Mengel, 2000).

Las plantas toman del aire el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el oxígeno ( $\text{O}_2$ ). La composición del aire es: nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) 78 %, oxígeno ( $\text{O}_2$ ) 21 % y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) 0,03 %, junto con el vapor de agua y gases nobles. Para la nutrición de las plantas, además de estos elementos esenciales, son imprescindibles otros macros y microelementos, que se describirán a continuación (Kirkby y Mengel, 2000; Capa-Mora, 2015).

**Macroelementos:** o macronutrientes, estos elementos son: carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H) que la planta los extrae del agua y de aire. Estos forman los componentes mayoritarios de los compuestos orgánicos, tales como los carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, entre otros.

Mientras que el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) son considerados como los **macronutrientes primarios**. El calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), se los considera macronutrientes secundarios, todos estos nutrientes son requeridos en cantidades relativamente altas por las plantas.

- **Nitrógeno:** este elemento cumple con la función de brindar un crecimiento óptimo y vigoroso a la planta, además de un buen desarrollo del fruto. Cantidad adecuadas de este elemento brinda a la planta una buena presencia, con hojas verdes y lustrosas. La deficiencia de este nutriente en la planta, causa amarillamiento de las hojas, debido a la falta de clorofila, además, caída de hojas y, en algunos casos, suele producir la muerte.
- **Fósforo:** interviene en varios procesos metabólicos de la planta que estimulan la división celular, también contribuyen al desarrollo radical y crecimiento de nuevos brotes, que favorecen la floración y apoyan a la



buenas condiciones del fruto. La deficiencia de este elemento se manifiesta con manchas rojizas o pardas en las hojas.

- **Potasio:** este elemento participa en la formación y transporte de almidones que constituyen sustancias de reserva, también proporciona consistencia en los tejidos y aumento de resistencia a plagas y enfermedades en las plantas; además de contribuir a mantener el nivel adecuado del agua, lo que evita la marchitez. La deficiencia se manifiesta por la muerte foliar (necrosis) que progresiva desde el ápice de la hoja llegando a defoliar la planta.
- **Calcio:** su función es mantener la turgencia del plasma coloidal, lo que es esencial para procesos metabólicos, ayudando a mantener los niveles hídricos adecuados en la planta. Los síntomas de deficiencia se manifiestan en las hojas nuevas, en las que se observan áreas decoloradas (blancas) que se extienden desde el borde de la hoja hacia el centro.
- **Magnesio:** es el constituyente esencial de la clorofila, el que participa en la síntesis de carbohidratos, vitaminas, proteínas y más sustancias esenciales en el metabolismo de la planta. La falta de este nutriente se manifiesta en las hojas viejas por la desaparición de la clorofila, dando un aspecto de colores moteados o de manchas pardas amarillas entre las nervaduras de las hojas.
- **Azufre:** el azufre forma parte de algunos aminoácidos, proteínas y enzimas, además, interviene en los procesos de oxidación y reducción.

La carencia del azufre se aprecia en los bordes de las hojas tiernas, con colores amarillos, que de ser severos se vuelven blancos y llegan a cubrir toda el área de la hoja.

**Microelementos:** o elementos menores, son los nutrientes que la planta requiere en cantidades menores, sin embargo, estos no pueden faltar para su correcto desarrollo; estos elementos son: boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), hierro

(Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y zinc (Zn). Las cantidades requeridas de estos elementos están entre el 0,01 a 0,5 ppm (partes por millón).

- **Boro:** su función principal es regular los procesos enzimáticos responsables de la síntesis del metabolismo de hidratos de carbono, facilitar los movimientos de los azúcares y acelerar el proceso de la división celular. La falta del elemento se manifiesta en el crecimiento lento de la planta.
- **Cloro:** su actividad está ligada a la fotosíntesis y participa en la turgencia celular. La deficiencia se puede apreciar con manchas cloróticas acompañadas de puntos necrosados. Su extrema deficiencia puede ocasionar el marchitamiento de la planta.
- **Zinc:** regula a las auxinas, es responsable del crecimiento vertical de la planta. La deficiencia se suele notar en hojas jóvenes con clorosis, deformaciones de hojas (hojas encorvadas) y de tamaño, más pequeñas.
- **Hierro:** actúa en la activación del sistema meristemático y también forma parte de la producción de clorofila. Su deficiencia se aprecia en las hojas más jóvenes con clorosis intervenales que afecta rápidamente a toda la hoja y defolia a la planta.
- **Manganeso:** participa en la formación de la clorofila, apoya a los procesos de respiración, síntesis de proteínas y formación del ácido ascórbico; además, es catalizador de ciertos procesos metabólicos. La falta de manganeso en la planta se aprecia en las decoloraciones verdes oscuras y pueden llegar a necrosar la hoja y defoliar la planta.
- **Cobre:** requerido para cumplir con los procesos de oxidación y reducción, además de formar parte de las proteínas. Hasta el momento, la sintomatología de la falta de este micronutriente no es clara.
- **Molibdeno:** requerido por la planta en dosis muy pequeñas, este elemento ayuda a la absorción de los nutrientes. No se conoce con claridad cuáles son los síntomas de deficiencias.
- **Níquel:** no era considerado elemento esencial en la planta, pero recientes investigaciones demostraron que es el componente de algunas enzimas, particularmente de la ureasa, que metaboliza el nitrógeno úrico para

convertirlo en amoníaco útil para la planta. La deficiencia de níquel es poco común, sin embargo, puede causar toxicidad de urea.



Como ha podido observar, las plantas requieren de al menos de 17 elementos esenciales para su correcto desarrollo, los que deben ser obtenidos de diferentes fuentes según su naturaleza. Además, de ser necesarios, deben ser suministrados a las plantas mediante fertilizantes, sean de origen mineral u orgánico, para que esta cumpla con sus adecuados procesos de crecimiento y producción.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, para complementar su aprendizaje de la temática presentada, se le recomienda realizar las siguientes actividades:

1. Revise los siguientes videos sobre: (1) [Nutrición vegetal: generalidades y funciones de los nutrientes](#) y (2) [Absorción vía edáfica, nutrición vía raíz](#). Aquí podrá visualizar las funciones de los macro y micronutrientes a mayor detalle, y cuáles son algunas de las funciones que desempeñan en la nutrición de la planta. Recuerde siempre ir tomando apuntes de las ideas principales. Además del video sobre absorción edáfica.

Nota: conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

2. Evalúe los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta.



## Autoevaluación 3

1. ¿Cómo se realiza la nutrición vegetal en las plantas?

- a. Al combinarse el agua y las sales minerales de la savia bruta con el dióxido de carbono.
- b. Al combinarse el agua, el aire y los fertilizantes químicos.
- c. Las dos anteriores.

2. ¿Por qué vía se produce la nutrición de las plantas?

- a. Raíz.
- b. Hojas.
- c. Las dos anteriores.

3. Los macronutrientes que las plantas pueden extraer del agua y el aire son:

- a. Nitrógeno, fósforo y potasio.
- b. Carbono, oxígeno e hidrógeno.
- c. Carbono, oxígeno y nitrógeno.

4. Los macronutrientes primarios son:

- a. Nitrógeno, fósforo y potasio.
- b. Calcio, magnesio y azufre.
- c. Calcio, oxígeno e hidrógeno.

5. Los macronutrientes secundarios son:

- a. Calcio, magnesio y azufre.
- b. Nitrógeno, fósforo y potasio.
- c. Boro, hierro y zinc.

6. ¿Cuáles de los siguientes nutrientes son microelementos?

- a. Boro, cobre, hierro, magnesio, molibdeno, níquel y zinc.

- b. Boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, níquel y zinc.  
c. Boro, cobre, nitrógeno, manganeso, molibdeno, níquel y zinc.
7. El rol del nitrógeno en el desarrollo de la planta hace que:
- a. La planta tenga un crecimiento óptimo.  
b. Que los frutos tengan sabores muy dulces.  
c. Que las raíces puedan absorber nutrientes.
8. El nutriente que interviene en el desarrollo radical y formación de nuevos brotes es:
- a. Nitrógeno.  
b. Fósforo.  
c. Magnesio.
9. El elemento que participa en la formación y transporte de almidones es:
- a. Fósforo.  
b. Calcio.  
c. Potasio.
10. La deficiencia de fósforo se manifiesta con coloraciones:
- a. Rojas o pardas.  
b. Amarillas.  
c. Blancas.

[Ir al solucionario](#)





## Semana 7

En la semana 7 se analizarán los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo vegetal, y el papel que juegan las hormonas como reguladoras del crecimiento de las diferentes partes de los vegetales y en cada una de sus etapas.

### **Unidad 3. Crecimiento y desarrollo vegetal**

#### **3.1. Crecimiento y desarrollo vegetal**

Es el proceso conjunto de crecimiento y diferenciación celular de las plantas, el cual está regulado por la acción de diversos compuestos orgánicos, tales como carbohidratos, proteínas, ácidos nucleicos, lípidos, hormonas.

Estos procesos de crecimiento ocurren a lo largo de toda la vida de la planta, desde el desarrollo del embrión, o la embriogénesis, hasta que la planta llega a su estado adulto, en el que se diferencian apéndices, tales como hojas, flores y frutos. Dentro de estos procesos juegan un papel importante las fitohormonas, debido a que inducen a las plantas a dar respuestas específicas y rápidas en su desarrollo y producción (Kirkby y Mengel, 2000; Biblioteca de la Agricultura, 2007).

Dentro de las fases de crecimiento, se mencionan las más relevantes para su formación, estas son (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Courtis, 2016):

- Embriogénesis (germinación).
- Desarrollo de raíz.
- Desarrollo del tallo.
- Desarrollo de hojas y frutos.

Le invito a revisar la siguiente infografía para conocer más acerca de esta temática.

[Fases de crecimiento vegetal](#)

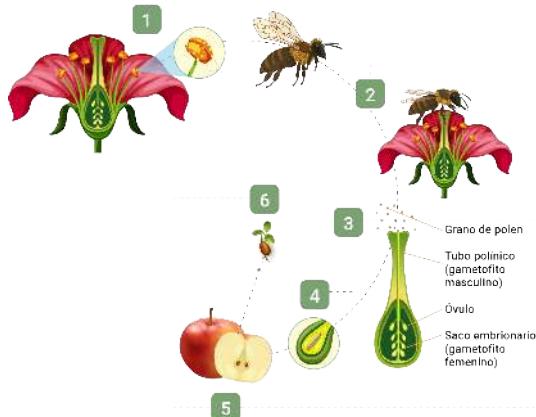
## **Etapas del crecimiento:**

Según Calero (2013), las etapas de crecimiento del fruto se resumen en:

- **Cuajado del fruto:** es la conversión del ovario de la flor en fruto. Una vez formada la semilla, comienza la producción de los tejidos que la recubren, esto es el fruto, un indicativo de este cambio es la caída de los pétalos.
- **Consumo de azúcares:** la planta destina la mayor parte de su energía a desarrollar el fruto, ya que la necesita para que pueda crecer; esta energía procede del consumo de azúcares conocidos como fotoasimilados.
- **Aumento del tamaño del fruto por acumulación de reservas:** unos 30 días después del inicio del cuajado, los fotoasimilados exportados por las hojas maduras al fruto no se consumirán, sino que se van a acumular para el engrosamiento del fruto.
- **Maduración del fruto:** en esta etapa, el fruto experimentará cambios en sabor y textura y completará su crecimiento. Aquí también ocurren los procesos de coloración, incremento de azúcar, reducción de ácidos y pérdida de firmeza. Con esta fase cumplida, el fruto está listo para ser cosechado (figura 4).

**Figura 4**

*Reproducción y desarrollo vegetal del fruto*



- 1 **Producción del polen**  
La flor produce granos de polen (esporas masculinas) en las anteras.
- 2 **Polinización**  
Los insectos transportan el polen hasta el gineceo de otra flor.
- 3 **Fecundación del óvulo**  
El grano de polen da lugar al tubo polínico (el gametofito masculino) que contiene el gameto masculino. El tubo crece y llega hasta el interior del óvulo donde se encuentra el gametofito femenino o saco embrionario. El gameto masculino fecunda la oosfera el gameto femenino.
- 4 **Formación de la semilla y el fruto**  
El óvulo fecundado se transforma en la semilla que lleva un embrión en su interior. A su vez, el ovario se transforma en el fruto.
- 5 y 6 **Maduración de las semillas y el fruto y germinación**  
El fruto y las semillas maduran y la semilla si encuentra las condiciones adecuadas da origen a una nueva planta, un nuevo esporofito.

Nota. Adaptado de Producción y desarrollo vegetal. Evolución de las flores [Infografía], por Alvarado, A., s.f., [Monografías](#). CC BY 4.0.

### 3.2. Reguladores del crecimiento vegetal (fitohormonas)

Los reguladores del crecimiento vegetal son hormonas que actúan sobre el desarrollo de las plantas y que, de manera general, son activas en concentraciones muy pequeñas. Dentro de este grupo de moléculas hay que diferenciar entre las que son producidas por las plantas y aquellas de origen sintético. Se reconocen cinco grupos principales, divididos en estimuladoras e inhibidoras del crecimiento. Las primeras son: auxinas, giberelinas y citoquininas, y las segundas: etileno y ácido abscísico. Sin embargo, se continúa con la investigación de otras familias de hormonas, por ejemplo, los brasinoesteroides, que aún no son comunes en la agricultura comercial (Curtis, 1997; Alvarado s/f; Biblioteca de la Agricultura, 2007).

- **Auxinas:** están relacionadas con el crecimiento de las plantas. El principal efecto de las auxinas es la elongación de las células, debido a que la pared celular se hace más plástica o elástica. Estas hormonas se encuentran en todo el reino vegetal; de las auxinas de origen natural, el ácido indolacético



(AIA) es el más común y se deriva del aminoácido l-triotófano. La síntesis de auxina ocurre principalmente en los meristemas apicales, hojas tiernas y frutos en desarrollo.

- **Giberelinas:** estas hormonas cumplen una función complementaria a la de las auxinas, debido a que se involucra también en los procesos de desarrollo vegetal. Esta hormona es producida en la zona apical. Estas desempeñan un papel esencial tanto en el crecimiento embrionario como en la germinación de la semilla, por otra parte, también intervienen en la formación del fruto, lo que resulta útil para los productores comerciales.
- **Citoquininas:** o llamadas también citocininas, promueven la división y diferenciación celular. Estas hormonas son fundamentales para el proceso de organogénesis y en la regulación de otros procesos fisiológicos en la planta, tales como la fotosíntesis, regulación del crecimiento o dormancia apical, senescencia, inmunidad a patógenos, tolerancia y defensa ante animales.
- **Etileno:** es una hormona que se diferencia del resto por ser un gas. A medida que los frutos de la planta –plátanos, naranjas, aguacates, mangos, entre otros– se acercan a la madurez, van desprendiendo este gas (etileno), que promueve la maduración y senescencia del fruto.
- **Ácido abscísico:** esta hormona participa en procesos de desarrollo y crecimiento, así como en la respuesta adaptativa al estrés, sea de origen biótico o abiótico, además, también participa en procesos de maduración del embrión, dormancia de la semilla (figura 5).

**Figura 5**

*Participación de las fitohormonas vegetales en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas*



Nota. Adaptado de Curiosidades y técnicas para mantener tu planta adenium o flor del desierto: Hormonas vegetales [Infografía] por Diaz, D., 2028, [Gardena Deniums](#), CC BY 4.0.

Considere el siguiente ejemplo de la aplicación de fitohormonas en las plantas:

Una práctica común en la producción agrícola es la aplicación de las hormonas auxinas para favorecer el enraizamiento de esquejes ornamentales o frutícolas. En técnicas de cultivo de tejidos se utilizan auxinas y citocininas para promover la división celular y la diferenciación de raíces y tallos,

respectivamente. Las auxinas estimulan la división de células, lo que provoca la formación de raíces laterales y raíces adventicias (Alvarado, s/f; Curtis, 1997).

Al aplicar, por ejemplo, giberelina en semillas de cereales –maíz, trigo, avena, cebada, entre otros–, esta hormona estimulará la germinación de semillas movilizando las reservas para crecimiento inicial de la plántula, y logrará mejores niveles o porcentajes de germinación (Alvarado, s/f; Curtis, 1997).

La aplicación del gas etileno en cultivos de banano acelerará los procesos de maduración. Si una persona desea acelerar la cosecha, lo ideal es la aplicación de este gas. Por otra parte, hay que considerar que, si esta aplicación se da en plantaciones muy maduras, el etileno producirá envejecimiento y putrefacción en el fruto (Alvarado, s/f; Curtis, 1997).

Según el tipo de maduración existen dos tipos de frutos: **climatéricos y no climatéricos**. Los primeros son los que incluso tras ser recolectadas siguen madurando, mientras que los no climatéricos son aquellos que solo maduran mientras permanecen en la planta, una vez cosechados dejan de hacerlo.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación.

1. Lea documentos relacionados con los temas de desarrollo vegetal y responda las siguientes preguntas que le servirán para irse preparando para la evaluación presencial bimestral.

- ¿En qué consiste el crecimiento y desarrollo vegetal (planta)?
- Resuma las etapas de crecimiento del fruto.

2. Revisar el siguiente video sobre [Hormonas vegetales](#) para conocer más sobre los diferentes procesos que realizan cada una de ellas en los vegetales. Se le recomienda también revisar una mayor cantidad de artículos en relación con el tema de desarrollo y crecimiento vegetal, y fitohormonas vegetales, e ir tomando apuntes de las ideas principales.



Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



3. Con la finalidad de evaluar los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta.



#### [Autoevaluación 4](#)

1. El crecimiento de los vegetales, además de los procesos internos propios de la planta, depende de factores abióticos.

- a. Verdadero.
- b. Falso.

2. La embriogénesis ocurre luego de:

- a. La formación del cigoto.
- b. La fructificación.
- c. La germinación.

3. La cofia es:

- a. Una parte que se encuentra en la raíz.
- b. Una parte que se encuentra en el tallo.
- c. Una parte que se encuentra en la hoja.

4. El fruto es el resultado de:

- a. El crecimiento y desarrollo de las ramas.
- b. El crecimiento y desarrollo de la raíz.

c. El crecimiento y desarrollo de la flor.



5. Las auxinas son:

- a. Hormonas vegetales que permiten la elongación de las células.
- b. Hormonas vegetales que permiten la germinación de la semilla.
- c. Las dos anteriores.



6. Las giberelinas son:

- a. Hormonas vegetales que participan en la germinación de la semilla.
- b. Hormonas vegetales que participan en el proceso de la fotosíntesis.
- c. Hormonas vegetales que participan en la madurez del fruto.



7. Las citoquininas son:

- a. Hormonas vegetales que participan en el proceso de la organogénesis.
- b. Hormonas vegetales que participan en la dormancia apical de la planta.
- c. La dos anteriores.



8. El etileno es una hormona de tipo:

- a. Sólido.
- b. Gaseoso.
- c. Líquido.



9. El etileno participa en los procesos de:

- a. Germinación de la semilla.
- b. Maduración de los frutos.
- c. En el aumento del número de hojas.

10. Los frutos climatéricos son:

- a. Frutos que se dan en climas cálidos.
- b. Frutos que maduran aún después de haber sido colectados.
- c. Frutos que no maduran después de haber sido colectados.

[Ir al solucionario](#)





## Resultados de aprendizaje 1 y 2:

- Reconoce los principales aspectos bióticos y abióticos involucrados en la formación de la cosecha y cómo manipularlos en función de maximizar el beneficio económico.
- Contrasta los principios metabólicos y reproductivos de las plantas a través del análisis e interpretación de los conocimientos bioquímicos para la comprensión integral del funcionamiento de la planta.

### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



#### Semana 8

#### Actividades finales del bimestre

Se le invita a revisar todos los contenidos que se han visto en el bimestre para rendir la evaluación presencial.



## Segundo bimestre



### Resultado de aprendizaje 3:

Conoce las principales zonas productoras según el tipo de cultivos lo que le permite planificar en concordancia a los sistemas productivos.

Por medio de este resultado de aprendizaje usted conocerá los principales cultivos básicos (cereales, leguminosas, frutales y forrajes) a nivel nacional, así como las zonas principales en donde se producen. Esto le permitirá contar con lo cual usted tendrá claro el panorama de la producción y posibles mercados para estos productos.

#### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

Recuerde revisar de manera paralela los contenidos con las actividades de aprendizaje recomendadas y actividades de aprendizaje evaluadas.



### Semana 9

En este segundo bimestre (semana 9) iniciará con el estudio de los cultivos hortícolas; conocerá las características generales de los cultivos de hortalizas, sus requerimientos en clima y suelo, sus principales sistemas de explotación.

### Unidad 4. Producción de cultivos hortícolas

#### 4.1. Horticultura

La horticultura es la ciencia que estudia todo lo relacionado con la producción de las hortalizas —ciencia, tecnología y negocios—. Las hortalizas son plantas herbáceas de ciclo anual o perennes, en algunos casos, que son utilizadas para la alimentación humana sin sufrir transformaciones importantes. El Diccionario de la Lengua Española define a la horticultura como el cultivo de plantas en huertos, que es el lugar o área donde se plantan las verduras y

legumbres. Estas plantas poseen bajos contenidos de calorías, pero altos contenidos de vitaminas y minerales, además, contienen gran cantidad de agua y son de carácter perecedero (Lozano, 2003; Lesur, 2007).

Una de las características interesantes de las hortalizas es que en períodos cortos producen volúmenes muy grandes de biomasa, por ejemplo:

- Sorgo en 120 días (d) produce 4 toneladas por ha (t/ha).
- Cilantro en 45 días produce entre 12 y 15 (t/ha).
- Lechuga entre 60 a 80 días produce 30 t/ha.
- Col o repollo en 90 días produce 80 t/ha.

Además, poseen una lenta germinación, debido a que tienen poca competencia. Su proceso de crecimiento inicial también es lento y requieren de suelos con altos niveles de fertilidad y de retención en agua. Producen ingresos monetarios en cortos plazos (Biblioteca de la Agricultura, 2007).



El diccionario de la lengua española define a la horticultura como el cultivo de plantas en huertos, que es el lugar o área donde se plantan las verduras y legumbres.

Existen diferentes tipos de hortalizas, tales como:

- **Legumbre:** planta que produce sus frutos en forma de vaina, tales como arveja, zarandaja, soja, poroto, entre otros.
- **Verdura:** hortaliza cuyas hojas son verdes y frescas, o también sus inflorescencias o raíces se utilizan para el consumo directo –lechuga, col, coliflor, brócoli, zanahoria, entre otros–.
- **Hierba:** plantas producidas por sus características de dar sabor a las comidas –orégano, tomillo, poleo, entre otros–.

Dentro de la producción de hortalizas, existen diferentes tipos de explotaciones, las cuales se pueden clasificar en:

- **Explotación hortícola intensiva:** aquí la superficie de cultivo no es muy grande, en muy pocas ocasiones suele pasar de 1 hectárea de área

cultivada; el objetivo de esta explotación es el consumo fresco o inmediato de la planta, generalmente sirve para consumo familiar (**huertos familiares**) y venta en el mismo sitio de producción.

- **Eplotación hortícola extensiva:** estas poseen mayores superficies cultivadas, se pueden alternar con otros cultivos, como cereales y leguminosas. Estos sistemas, debido a sus extensas áreas, requieren un buen aporte de riego y fertilización.
- **Eplotación hortícola industrial:** el objetivo productivo principal es la industrialización de las cosechas; los productos son destinados a la transformación, tipo conserva o deshidratados. Utilizan un mayor nivel de tecnología para su producción.
- De manera general, en Ecuador, la producción de cultivos hortícolas ocurre en campo abierto, por lo que, dependiendo de la zona o región, se deben evaluar las características climáticas (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Lesur, 2007).

## Requerimientos edafoclimáticos

- **Radiación solar:** como se sabe, es la principal fuente de energía de las plantas, por lo que es necesaria la presencia de luz para la producción. En Ecuador se tienen problemas con este factor, debido a que, al estar en la línea ecuatorial, hay aproximadamente 12 horas luz al día. Sin embargo, se debe considerar que las hortalizas no estén bajo mucha sombra —bajo árboles muy densos— para su producción.
- **Humedad:** es un factor que influye en muchos procesos fisiológicos, interactúa mucho con la temperatura. Se recomienda que en lugares con demasiada humedad no se haga producción hortícola, debido a que la producción se verá afectada por factores relacionados con la pudrición o ataque de plagas y enfermedades.
- **Suelo:** se deben considerar tanto sus características físicas —textura, retención de agua, topografía, entre otros— como sus características químicas —pH, nutrientes, entre otros—. Un análisis de suelo permitirá conocer la disponibilidad de nutrientes y, con base en los resultados, podrá

tomar una decisión de la necesidad o no de fertilizar con productos minerales u orgánicos.

- **Altitud sobre el nivel del mar (m s. n. m.):** la altitud marca la posibilidad de producir una u otra especie —depende del requerimiento de la planta—. Cabe mencionar que se debe considerar que por cada 100 m de altitud existe una disminución de la temperatura entre 0,6 a 1°C.
- **Proximidad al mar:** esta proximidad representa un problema con la salinización de los suelos, lo cual afectará a la producción del cultivo. En suelos con exceso de sales no se puede cultivar.
- **Viento:** la dirección y velocidad del viento influyen directamente en la producción. Vientos muy fuertes ocasionarán daños al cultivo; en muchos casos, las obras de conservación, como barreras rompevientos, ayudarán con la protección del cultivo.
- **Precipitación:** es la cantidad de lluvia anual por metro cuadrado que recibe una zona. Este factor está ligado a la humedad, excesos o deficiencias de lluvias pueden parar la temporada de producción (producción en secano) en fincas o explotaciones que no posean sistemas de riego.

Sobre métodos:

A continuación, se presentan dos factores importantes involucrados en la producción de plantas hortícolas. Haga una breve búsqueda bibliográfica que le ayude a decidir cuál es el más relevante. Anote sus ideas en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

- Suelo.
- Agua.

Otro factor fundamental por considerar en la producción de hortalizas es la multiplicación de las plantas, las cuales se pueden reproducir de manera sexual y asexual (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Silva, 2017).

- **Multiplicación sexual:** por medio del uso de semillas.

- **Multiplicación asexual o vegetativa:** por división de órganos de la planta, y, dentro de este tipo de reproducción, se considera lo siguiente:

- **Tubérculos:** un ejemplo de este es la papa o patata, este es un trozo de tallo subterráneo, el cual es engrosado por las sustancias de reserva que contiene.
- **Rizomas:** como el caso del espárrago, estos son tallos que crecen en sentido horizontal bajo el suelo.
- **Bulbos:** son tallos subterráneos, pero transformados, acortados y rodeados de hojas carnosas y gruesas, agrupadas sobre el punto central de crecimiento. El ajo es un ejemplo.
- **Raíces tuberosas:** es el caso del camote, que son raíces engrosadas por el almacenamiento de sustancias de reserva (Silva, 2017).



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, para complementar su aprendizaje de la temática presentada, se le recomienda realizar las siguientes actividades:

1. Se le invita a revisar los videos sobre (1) [Cómo cultivar hortalizas](#) y (2) [Diferencia entre hortaliza, legumbres, frutas y verduras](#). En estos videos se observan las definiciones, clasificación, hortalizas más cultivadas, sus métodos de siembra, entre otros.
2. También se le sugiere leer la siguiente presentación sobre [Manual para el cultivo de hortalizas](#), aquí se encontrará la importancia de las hortalizas, cómo establecer huertos, planificación de huertos, aspectos agronómicos por considerar en los cultivos, entre otros. Se le recomienda que genere un resumen con los principales elementos que aparecen en la información consultada.

Además, se le recomienda buscar otros manuales de producción de hortalizas para su lectura.

Nota: conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



## Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



### Semana 10



#### Unidad 4. Producción de cultivos hortícolas



En la semana 10 continuará con el estudio de las hortalizas. En esta ocasión revisará las principales labores técnicas de manejo que se deben realizar en una plantación y aprenderá a calcular el número de plantas de hortalizas que se debe sembrar en un área determinada (densidades de siembra) y el manejo de cosecha y postcosecha que se debe realizar en este tipo de cultivos.



#### 4.2. Labores técnicas del manejo de hortalizas



Antes de iniciar con las labores técnicas del manejo de los cultivos hortícolas, se deben tener en consideración algunos aspectos (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Lesur, 2007):

- **La ubicación del terreno:** debe estar cerca a fuentes, agua natural y de buena calidad durante todo el año y que reciba luz solar en buena cantidad; además, se recomienda que se encuentre cerca de la vivienda para cuidados.
- **El terreno:** debe ser en lo posible plano, o con ligeras pendientes, las cuales facilitan el manejo técnico o las labores culturales.
- **Vías de acceso:** la finca o el área de siembra debe contar con vías de acceso —caminos de primer y segundo orden—, con lo que se facilitará la movilidad del personal de trabajo y de las cosechas. La falta de vías puede traer pérdidas del producto en postcosecha por maltrato y deshidratación.
- **Diseño:** se debe realizar una planificación previa, es decir, un plano (figura realizada por usted), o el levantamiento topográfico a detalle del área por sembrar, en la cual se deberá ver la distribución de los diferentes cultivos y

sus densidades de siembra. Las parcelas de cultivo deberán estar orientadas en sentido de norte a sur.

- **Protección:** para asegurar la protección de los cultivos de animales —gallinas, perros, vacas, entre otros— se debe asegurar el cerramiento del terreno con cercos o materiales disponibles.

A continuación, se describen las principales actividades que se deben tener en cuenta para la siembra de cultivos de hortalizas (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Lesur, 2007):

- **Siembra:** inicia con escoger la semilla o plántulas del cultivo por sembrar, las que deben ser de buena calidad y poseer un poder germinativo alto —mayor al 95 %—, para lo cual es recomendable realizar una prueba de germinación previa. Adicionalmente, se debe realizar el cálculo del número de plántulas por sembrar, lo que va en función del área por sembrar y de la distancia de siembra que se utilizará —lo cual depende de la hortaliza por sembrar—.

Así también, se considera si la especie se debe sembrar directamente o se debe realizar semillero. Por ejemplo, las especies de siembra directa al campo son pepino, zanahoria, rábano, culantro, perejil, papa, entre otros, mientras que las especies que necesitan semilleros son lechuga, col, coliflor y brócoli.

Existen diferentes métodos de siembra, entre ellos se pueden mencionar:

1. **Siembra al boleo**, que consiste en distribuir la semilla de forma manual, lo más uniforme posible en el área de siembra.
2. **Siembra en chorro continuo**, en la cual se van soltando las semillas a lo largo de un surco con flujo continuo de semillas.
3. **La siembra a golpe**, en la que se va ubicando la semilla a una distancia predeterminada entre hileras y plantas —puede ser semilla o plántula—. Cabe mencionar que la siembra de la semilla debe ser de una profundidad de entre 2 y 5 cm; una profundidad menor puede ahogar el embrión germinado.



Ejemplo del cálculo de la densidad de siembra de un cultivo de coliflor a una distancia de siembra de 30 x 30 cm entre hilera y planta en una hectárea (10 000 m<sup>2</sup>):

Fórmula: Densidad de siembra Para el caso sería:



$$= \frac{\text{Área total}(m^2)}{[\text{Distancia entre plantas (m)} * \text{distancia entre surco (m)}]}$$

Para el caso sería:

$$\text{Densidad siembra coliflor} = \frac{10000m^2}{[(0,30m)*(0,30m)]}$$

Densidad siembra coliflor

=111 111 plantas en la hectárea de terreno.

A continuación, se muestran algunas distancias de siembra para las especies más producidas en Ecuador, cabe indicar que estas pueden variar según el terreno y las necesidades del productor (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Lesur, 2007).

- Acelga: 20 cm entre hilera y 20 cm entre planta.
- Ají: 35 cm entre hilera y 35 cm entre planta.
- Ajo: 10 cm entre hilera y 10 cm entre planta.
- Lechuga: 20 cm entre hilera y 20 cm entre planta.
- Papa: 30 cm entre planta y 100 cm entre surco.
- Pepino: 30 cm entre hilera y 30 cm entre planta.
- Repollo o col: 35 cm entre hilera y 30 cm entre planta.
- Coliflor: 20 a 30 cm entre hilera y 20 a 30 cm entre planta.
- Espinaca: 10 cm entre hilera y 10 cm entre planta.

Ahora, con estas distancias de siembra de las principales hortalizas, realice los cálculos de densidad de siembra para 1 hectárea de terreno (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Lozano, 2003; Lesur, 2007).

- **Preparación del suelo:** el objetivo de la preparación del suelo es dar las mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Dentro de estas labores están: las labores de arado, las que pueden ser manuales

(asada), con yunta (con toros) o mecanizado (tractor). La idea es remover el suelo hasta una profundidad de al menos 30 cm para facilitar el desarrollo de raíces de los cultivos; generalmente se lo realiza unos 20 días antes de la siembra. Además, durante este paso se puede aprovechar para la desinfección del suelo o la adición de materia orgánica mediante abonos.

- **Labores culturales:** son las actividades que se realizan para que la planta pueda desarrollarse de manera óptima; estas actividades no serán similares en todos los cultivos. Dentro de estas se tiene:

- **Control de malezas:** es la eliminación de las plantas no deseadas, las que no se sembraron en el terreno o huerta, conocidas como malezas; estas compiten por luz, nutrientes y agua con las hortalizas. El mayor daño que producen es al inicio de la siembra. Por estas razones, es necesario mantener libre de malezas los cultivos, lo que se puede realizar de forma manual con azadas, o de forma química, con la aplicación de productos como los herbicidas.
- **Aporque:** es una práctica común que consiste en arrimar tierra en la base de las plantas –alrededor de la planta– con la ayuda de la azada o azadón. Esta labor se realiza una vez durante el ciclo productivo, cuando el estado de las plantas está ya desarrollado y bien firme. Esta actividad permite apoyar al control de malezas, mejorar la aireación del suelo, conservar la humedad, además, sirve de apoyo o sostén a la planta y disminuye la aparición de enfermedades.
- **Podas:** en hortalizas generalmente se aplican podas de saneamiento, las que consisten en eliminar las partes afectadas por enfermedades en las plantas, las cuales deben ser retiradas y eliminadas; no se las puede usar como abonos por la posibilidad de esparcir la enfermedad al resto del cultivo.
- **Riego:** se lo realiza solo cuando es necesario (épocas secas). La cantidad de agua debe ser suministrada en las cantidades o dosis adecuadas; el exceso de agua trae consigo problemas de enfermedades radiculares y foliares por la alta humedad, así como la falta de agua impide un desarrollo adecuado e incluso la muerte.

- **Control de plagas y enfermedades:** es el control de insectos, hongos, bacterias o virus que atacan diversos tejidos de los cultivos y pueden provocarles la muerte. El control se lo realiza mediante el monitoreo, y de ser muy grave el problema, se debe aplicar algún pesticida – insecticida, fungicida, bactericida – dependiendo del agente que está provocando el daño; el producto aplicado puede ser de carácter orgánico o químico de baja toxicidad. En las plantas afectadas se observan daños como plantas masticadas, rotas, marchitas, débiles, o con frutos débiles o podridos. Sin embargo, lo mejor es la prevención.
- **Cosecha y almacenamiento:** esta actividad consiste en recoger las hortalizas maduras. Generalmente, se la realiza de forma manual; se utilizan navajas o cuchillos, para el caso de lechugas, coles, coliflores, brócolis; mientras que otras, tales como zanahoria, papa, remolachas, se las suele desprender del suelo de manera manual, y, en el caso de hortalizas de fruto, por ejemplo, el pimiento, tomate de mesa, se desprenden los frutos con la mano. Para cosechar, se debe tener presente el tiempo del cultivo desde su instalación o siembra, casi todas las hortalizas tienen periodos de cosecha de alrededor de tres meses, a excepción del rábano, que en 25 días está listo. El producto cosechado debe ser almacenado inmediatamente en un lugar fresco y en contenedores adecuados para evitar daños por desecación o ataque de insectos.



Nadie mejor que el propio productor o técnico a cargo de los sistemas de producción vegetal puede saber la importancia de la planificación del manejo agrotécnico que se le debe dar a cada cultivo hortícola.



## Actividades de aprendizaje recomendadas



Estimado estudiante, para complementar su aprendizaje de la temática presentada, se le recomienda realizar las siguientes actividades:

1. Lo invito a revisar el siguiente video sobre [Manejo cosecha y postcosecha de frutas y hortalizas](#), aquí podrá adquirir mayor conocimiento sobre los procesos de la cosecha y postcosecha de las hortalizas y frutas, lo cual es necesario para poder culminar con éxito el proceso productivo y de comercialización.
2. Genere un resumen con los principales elementos que aparecen en la información consultada.

Nota: conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

3. Con la finalidad de evaluar los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta.



### Autoevaluación 5

1. Las hortalizas son:
  - a. Plantas herbáceas de ciclo de producción anual o perenne.
  - b. Plantas leñosas de ciclo de producción anual o perenne.
  - c. Plantas herbáceas de ciclo de producción perenne.
2. Una característica de las hortalizas es que:
  - a. Se producen en grandes volúmenes y en periodo de tiempo largos.
  - b. Se producen en pequeños volúmenes y en periodo de tiempo largos.
  - c. Se producen en grandes volúmenes y en periodo de tiempo cortos.

3. Las hortalizas, para desarrollarse de manera adecuada, requieren de:

- a. Suelos con bajos niveles de fertilidad y buena retención de agua.
- b. Suelos fértiles y correcta retención de agua.
- c. Suelos con buena fertilidad y baja retención de agua.



4. Una característica de la horticultura intensiva es que:

- a. Se produce en grandes áreas de terreno y con volúmenes grandes de producción.
- b. Se produce en pequeñas áreas de terreno y con volúmenes pequeños de producción.
- c. Se produce en pequeñas áreas de terreno y con volúmenes grandes de producción.



5. La reproducción sexual de las hortalizas se da por medio de:

- a. Rizomas.
- b. Bulbos.
- c. Semillas.



6. La altitud sobre el nivel del mar (m s. n. m.) influye en:

- a. En determinar qué especies de hortalizas sembrar.
- b. No influye en ningún parámetro de producción.
- c. En determinar la pendiente de un terreno.



7. Al seleccionar la ubicación del lugar de siembra para las hortalizas, ¿cuál de los siguientes factores es el que más debe sobresalir en la decisión?

- a. Que el terreno sea de su propiedad.
- b. Que cuente con disponibilidad de suelos fértiles.
- c. Que cuente con disponibilidad de agua.

8. Cuando realiza una prueba de germinación de semillas, ¿de cuánto debe ser el porcentaje mínimo de germinación para su selección?

- a. Entre 70 a un 80 %.
- b. Entre 81 a un 90 %.
- c. Entre 91 a un 100 %.



9. Escoja cuáles de las siguientes prácticas corresponden a las labores culturales del cultivo:

- a. Siembra, control de maleza, análisis de suelos, análisis de mercado, relación beneficio/costo, cosecha y postcosecha.
- b. Control de maleza, control de plagas y enfermedades, aporque, riego, podas, cosecha y postcosecha.
- c. Preparación del suelo, siembra y control de maleza, control de plagas y enfermedades, aporque, podas, cosecha y postcosecha.



10. Calcule la densidad de siembra de un cultivo de lechuga, con una distancia de siembra de 25 x 20 cm entre hilera y planta respectivamente, en un área de terreno de 0,5 hectáreas (5 000 m<sup>2</sup>):

- a. 1 000 plantas/0,5 ha.
- b. 10 000 plantas/0,5 ha.
- c. 100 000 plantas/0,5 ha.

[Ir al solucionario](#)



### Semana 11

En la presente semana abarcará los temas de la producción de cultivos cereales, en los que se hará referencia a los más importantes en la producción, tanto a nivel nacional como mundial, tales como maíz, trigo, avena y arroz, los cuales constituyen una de las bases más relevantes en la alimentación humana.

#### Unidad 5. Producción de cereales

Adquiere conocimientos básicos para el manejo y producción de cereales.

##### 5.1. Cereales

Los cereales son considerados como cultivos extensivos, dentro de ellos se encuentra la avena, trigo, cebada, maíz, arroz, sorgo, centeno, entre otros.

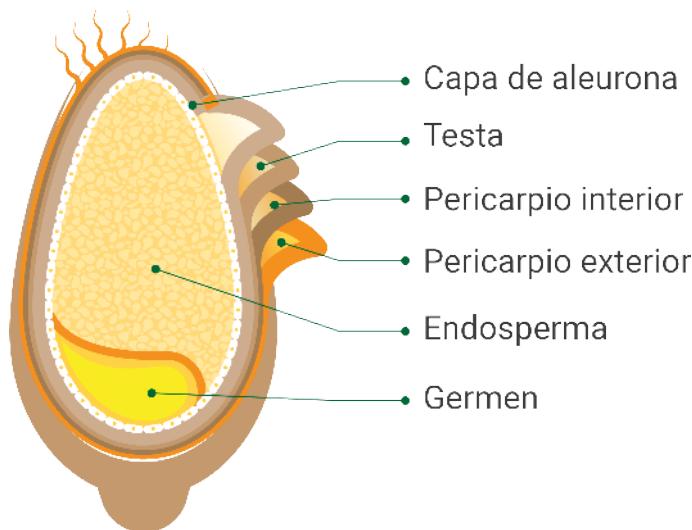
Son plantas monocotiledóneas, pertenecen a la familia de las gramíneas, son cultivos de ciclos de producción anual y, generalmente, de carácter extensivo. Estos cultivos se caracterizan porque la semilla y el fruto forman prácticamente la misma estructura que el grano (Biblioteca de la Agricultura, 2007; INCAPOS, s/f).

Un grano de cereal (figura 6) está formado por tres partes bien diferenciadas:

- **Cubierta externa o gluma:** contienen fibras, se conocen con el nombre de salvado y están formados por varias capas –epicarpio, mesocarpio y endocarpio–.
- **Endospermo:** o núcleo central del grano. Contiene almidón y está constituido por el endospermo, que constituye entre el 70 y el 80 % del grano.
- **Germen:** este contiene lípidos, pigmentos naturales, almidón, proteínas, enzimas y vitaminas fundamentalmente del grupo B. Se localiza cerca de la base del grano y se encuentra unido al endospermo.

## Figura 6

### Partes del grano de un cereal



Nota. Tomado de Gluten [Ilustración] por Codinam, 2022, [CODINAM](#), CC BY 4.0.

Aquí se muestran las partes y sus ubicaciones del endospermo –parte exterior de la semilla del cereal–, el germen, la capa aleurona, la testa, el endocarpio, mesocarpio y epicarpio –parte más interna de la semilla de un cereal.

Al igual que las hortalizas, su producción está determinada por las características edafoclimáticas –suelos, altura sobre el nivel del mar, temperatura, humedad, precipitación, entre otros– de una determinada zona o área.

Según la Biblioteca de la Agricultura (2007), se deben tener en cuenta varios factores importantes al sembrar, los cuales los podrá conocer en la infografía a continuación.

### [Principales consideraciones para sembrar cereales](#)

Los cereales de mayor importancia por la cantidad producida a nivel mundial son trigo, arroz y maíz; estos constituyen la alimentación de las cuatro quintas partes de la población mundial.



- **El trigo:** se cultiva en todo el mundo y a partir de diversas condiciones climáticas, con rangos de temperaturas de 10 a 24 °C y precipitaciones de 300 a 400 mm/ciclo, suelos profundos y algo alcalinos. Su nombre científico es *Triticum vulgare* y es el cereal que se cultiva en mayor proporción a nivel mundial. En cuanto a la nutrición, el trigo aporta con un 61 % de hidratos de carbono, un 12 % de proteína, un 10 % de fibra y un 2 % de lípidos. Además, posee vitaminas, principalmente las del grupo B –B1, B2, B3, B6, ácido fólico– y vitamina E. El trigo aporta con un contenido energético de 249 kcal/100 g. Además, el trigo también sirve para la alimentación animal (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Osca, 2007).
- **El arroz:** nombre científico *Oryza sativa*. Después del trigo, es el cereal más consumido por las personas a nivel mundial, en especial en Asia. Los mayores productores de arroz son China, India, Indonesia y Pakistán. Este cultivo requiere mayor cantidad de agua que otros cereales y de mayor cantidad de labores, por lo cual se usa mayor mano de obra. Se desarrolla correctamente en regiones húmedas tropicales, con temperaturas óptimas de 30 °C y precipitación de 120 a 140 mm/ciclo. Su composición principal es carbohidratos, el 87 %, proteína 8 %, fibra 1,4 % y grasa 0,6 %. Dentro de las vitaminas, contiene las del grupo B, ácido fólico, además de un aporte nutricional de 361 kcal/100 g (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Osca, 2007).
- **El maíz:** (*Zea maíz*) es el tercer cereal más producido. Es un alimento básico en muchos países y su uso es tanto para alimentación humana como animal, y para transformación industrial. Su variedad genética permite realizar su cultivo en una variedad de zonas tropicales, subtropicales y templadas, requiere de gran hidratación fundamentalmente, cuando está formando las espigas. El grano de maíz contiene un 65 % de carbohidratos, un 9 % de proteínas y un 3,8 % de lípidos y 9,2 % fibra con vitaminas del grupo B y vitamina E. Aporte nutricional de 311 kcal/100 g (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Osca, 2007).





- **Avena:** (*Avena sativa*). Contiene mucha fibra saludable, contiene un 66,3 % de hidratos de carbono, con muy buenas cantidades de proteínas (16,9 %) y aminoácidos esenciales. Este cereal es el que contiene mayor porcentaje de lípidos con un 7 % y un 10,6 % de fibra; además, vitaminas del grupo B, vitamina E y ácido fólico. Aporte nutricional de 378 kcal/100 g (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Osca, 2007).
- **Cebada:** (*Hordeum vulgare*). Sus semillas poseen un alto valor nutritivo, con un aporte nutricional de 344 kcal/100 g. Contiene un 69 % de carbohidratos, un 10,5 % de proteínas, un 2 % de lípidos y un 4 % de fibra. Igual que los otros cereales, contiene vitaminas del grupo B y vitamina E (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Osca, 2007).

Entre otros, el sorgo, que es un cultivo muy resistente y se lo siembra en zonas áridas, su uso, aparte de la alimentación, es para la producción de bebidas alcohólicas.



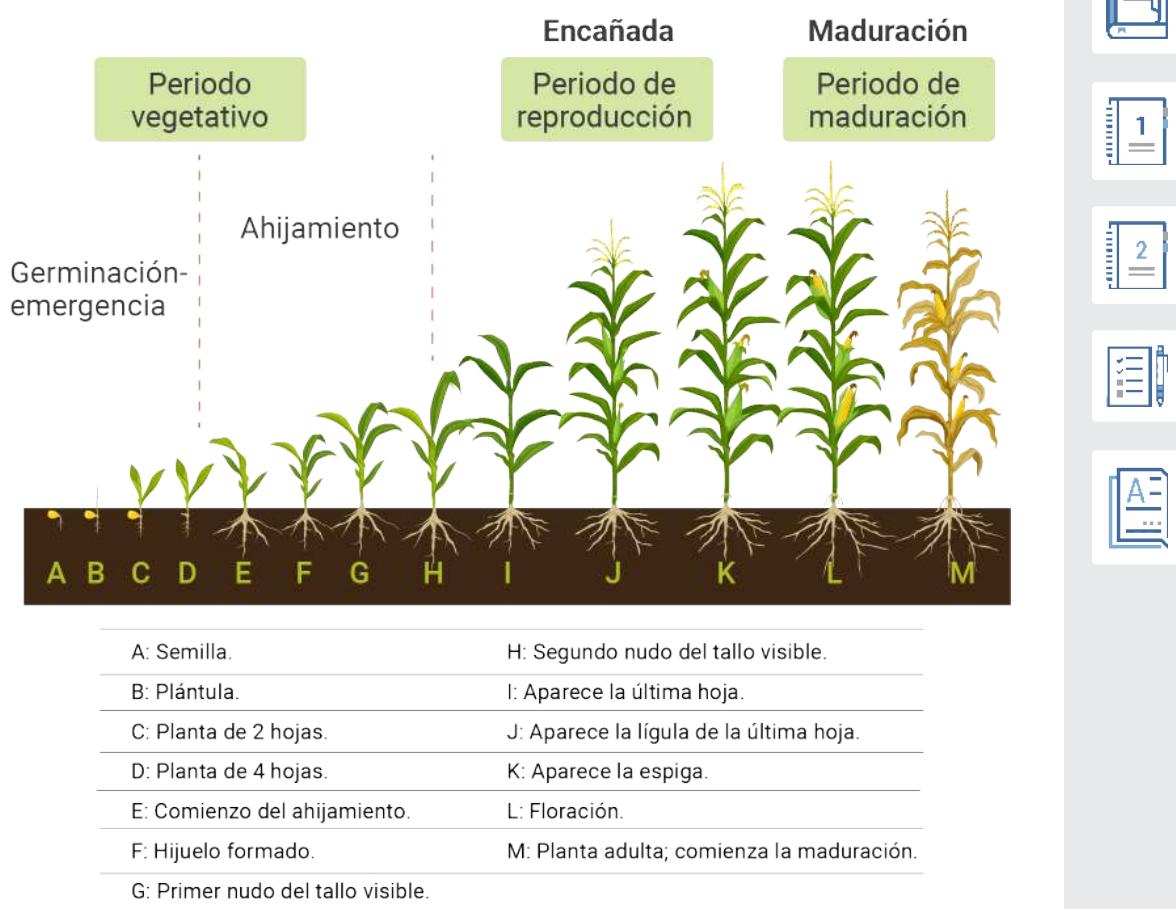
Sabías que el trigo fue una de las primeras plantas alimenticias cultivadas por los humanos y que, actualmente, es el segundo cereal más cultivado en el mundo después del maíz.

A continuación, se presentan, de manera general, las etapas de desarrollo de los cereales, que se dividen en:

- Germinación.
- Ahijamiento.
- Encañado.
- Maduración.

**Figura 7**

*Fases del desarrollo un cereal*



Nota. Adaptado de El maíz (*Zea mays L.*) Andrés Mauricio Correa Marulanda [Ilustración], por Sosa, M., 2018, [Slideplayer](#), CC BY 4.0.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación:

1. De lectura al siguiente artículo sobre [Cereales y sus productos](#) de la cadena de contenidos actualizados de nutrición y alimentación. Con

estas páginas podrá profundizar su conocimiento sobre qué son los cereales, cuáles son sus características y el valor nutritivo que tienen. Se le recuerda que debe ir generando un resumen con los principales elementos que aparecen en la información consultada, para que apoye a su estudio y preparación académica.

Nota: conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

2. Además, revise los siguientes videos sobre (1) [El ciclo de los cereales y fases de desarrollo](#) y (2) [Etapas para la siembra de maíz](#) con los cuales reforzará los conocimientos en la producción de cereales.
3. Con la finalidad de evaluar los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta.



### Autoevaluación 6

1. Los cereales son considerados como:
  - a. Cultivos intensivos.
  - b. Cultivos extensivos.
  - c. Las dos anteriores.
2. Los cereales son plantas:
  - a. Leguminosas.
  - b. Gramíneas.
  - c. Hortícolas.
3. El germen de un grano de cereal contiene:
  - a. Lípidos.
  - b. Vitamina A.
  - c. Fibras.

4. Las fibras de los granos del cereal se encuentran en:

- a. La cubierta externa o gluma.
- b. El endospermo.
- c. El germen.



5. ¿A qué profundidad se debe realizar el arado para la siembra de cereales?

- a. 10 a 15 cm.
- b. 20 a 25 cm.
- c. 30 a 40 cm.



6. ¿Qué cantidad o volumen (kg/ha) se utiliza para sembrar 1 ha de trigo:

- a. 60 a 100 kg/ha.
- b. 100 a 140 kg/ha.
- c. 140 a 190 kg/ha.



7. ¿A qué profundidad se debe sembrar (enterrar) las semillas de cereales?

- a. 1 a 2 cm.
- b. 3 a 4 cm.
- c. 5 a 6 cm.



8. La humedad de almacenamiento del maíz debe tener un porcentaje de:

- a. 11 %.
- b. 12 %.
- c. 13 %.



9. El cereal más cultivado a nivel mundial es:

- a. Arroz.
- b. Maíz.
- c. Trigo.

10. Las etapas, en orden, por las que atraviesa el ciclo de vida de los cereales, es:

- a. 1) Germinación, 2) encañado, 3) ahijamiento, 4) maduración.
- b. 1) Germinación, 2) ahijamiento, 3) encañado), 4) maduración.
- c. 1) Ahijamiento, 2) germinación, 3) encañado, 4) maduración.

[Ir al solucionario](#)



## Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



### Semana 12

En la semana 12 se aprenderá sobre la producción de los cultivos de leguminosas y cuáles son sus principales características.

#### Unidad 6. Producción de cultivos de leguminosas

##### 6.1. Leguminosas

Las leguminosas o legumbres pertenecen a las angiospermas, son plantas fanerógamas que desarrollan óvulos encerrados en carpelos. Las leguminosas producen semillas comestibles que crecen en vainas de plantas de ciclo corto o anual, arbustos o enredaderas. Pertenece a las familias de las leguminosas o fabáceas. Su consumo es en fresco, germinadas o secas, también se las puede moler en formas de harinas y preparadas de diferentes maneras (Biblioteca de la Agricultura, 2007).

Los principales cultivos que se incluyen en esta familia son fréjoles, guisantes o arvejas, lentejas, zarandajas, cacahuates, porotos, alfalfa, trébol, ceibo, algarrobo, entre otros. Los contenidos de proteína y grasa de las leguminosas de uso común –arvejas, fréjol, habas, lentejas– oscilan alrededor de un 20 % de proteína y un 2 % de grasa; los carbohidratos varían entre 50 a un 60 %, fibra del 3 al 8 %. Las leguminosas son ricas en vitaminas, tales como niacina, ácido fólico y vitamina C (Biblioteca de la Agricultura, 2007).



Las leguminosas, además de cultivarse como alimento, se suelen usar como cultivos asociados en rotación, debido a su capacidad de fijar nitrógeno. Estas tienen la capacidad de establecer relaciones simbióticas con bacterias del suelo capaces de fijar nitrógeno. La presencia de estas bacterias se la puede comprobar a simple vista por la formación de nódulos en sus raíces.

Los requerimientos para cultivar o producir legumbres son (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Abadía y Bartosik, 2013):

- **Clima:** por lo general requieren un clima templado-cálido. Son sensibles a las heladas —temperaturas muy bajas a primeras horas de la mañana—, o a las temperaturas muy elevadas.
- **Suelos:** requiere suelos con texturas medias, ligeras y con buenos drenajes, con pH de 6 a 7, ricos en materia orgánica y fértiles. La labor del suelo requiere arados profundos.
- **Siembra:** la siembra puede realizarse de manera directa al suelo o en semilleros. Las distancias de siembra dependerá de si se trata de plantas de enrame (enredaderas) que requieren distancias de siembra de 80 o 90 cm entre surco por 70 a 80 plantas. Para plantas de mata o de crecimiento bajo 50 a 60 cm, entre surco, por 40 a 60 cm, entre planta. En este país, es común que la siembra de legumbres se haga con otros cultivos como el maíz (sirve de soporte para los tallos de las leguminosas como el fréjol), la papa y las hortalizas.
- **Riego:** se lo realiza con base en las necesidades del cultivo y a las condiciones de clima y tiempo presentes en la zona de producción, por lo general, en nuestros sistemas de producción tradicional, el cultivo de leguminosas se hace en temporada de invierno para evitar el riego.
- **Plagas y enfermedades:** son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades —insectos, hongos y virus—, por lo que su monitoreo debe ser constante. Es necesario prevenir su aparecimiento con algunas medidas, tales como el usar de semillas libres de enfermedades, de variedades resistentes, practicar la sanidad de las parcelas de cultivo, no

manipular excesivamente el cultivo, en especial en tiempos húmedos, rotar los cultivos, entre otros. El control con productos químicos dependerán de la intensidad o severidad del ataque.

- **Cosecha y poscosecha:** las legumbres pueden ser cosechadas en estados jóvenes (verde o tierno) para consumo casi inmediato, o se pueden cosechar en estado maduro. El tiempo de cosecha es reducido y la demora en esta actividad puede causar la pérdida del producto. La recogida de las vainas debe ser cuando estén bien llenas, pero antes que se endurezcan por completo. Así también, el almacenamiento debe ser cuando los granos estén secos –con humedad adecuada– y en lugares adecuados para esta actividad.

A continuación, se presentan algunas de las leguminosas más cultivas (Biblioteca de la Agricultura, 2007; Secretaría de Agroindustria, 2015):

- **Arveja:** (*Pisum sativum*), leguminosa anual, puede llegar a medir hasta 80 cm de altura, posee tallos poco angulosos y con vainas que pueden llegar a tener entre 3 a 12 semillas. Son una fuente muy rica de proteínas y vitaminas del grupo B. La arveja requiere asociación con un cultivo cereal como el maíz, avena o cebada. Esta leguminosa se suele sembrar en campos abiertos, sin necesidad de riego, con las aguas lluvias le bastan para crecer y desarrollarse. La distancia de siembra suele ser de 50 x 50 cm entre planta y surco, y a una profundidad de 4 cm. La cosecha se da entre las 12 y las 14 semanas después de la siembra.
- **Haba:** (*Vicia faba*), puede llegar a medir hasta 1,6 m de altura, presenta hojas alternas y en las vainas se pueden encontrar de 2 a 9 semillas, las cuales son ricas en potasio, fósforo, magnesio, calcio y vitamina A. El cultivo se puede implementar en climas frescos y que tengan mucha exposición solar; los suelos deben ser franco-arcillosos y contar con un buen drenaje. El riego debe de ser constante. La cosecha va de los 85 a 110 días.
- **Frijol o judía:** en las vainas de esta legumbre se encuentran de 4 a 10 semillas, lo cual dependerá de la variedad sembrada; las semillas tienen diversos colores y tamaños, así también contienen un alto contenido en vitaminas, complejo B y minerales. Su cultivo se realiza a luz solar directa y

la planta crece en climas templados, cálidos y templados. El suelo debe ser rico en humus, pero sin materia orgánica fresca (no descompuesta). Estas especies para su producción dependen únicamente de las lluvias.

- **Alfalfa:** (*Medicago sativa*) es una planta herbácea que puede llegar a medir 60 cm de altura. El fruto es una vaina espiral. Algunos nutrientes que posee son calcio, hierro, potasio, fósforo y diversas vitaminas. La siembra se realiza por voleo y debe ser lo más uniforme posible. La semilla debe ser enterrada a uno o dos centímetros del suelo, debido al rápido crecimiento de las raíces. Prefiere suelos fértiles con pH cercano al neutro, su producción se realiza mayormente en climas fríos y a plena exposición solar.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, para complementar su aprendizaje de la temática presentada, se le recomienda realizar las siguientes actividades:

1. A continuación, observe el video de una [Práctica de germinación y dormición de semillas](#) de la UPM a nivel de laboratorio y otro de germinación de semillas en casa. Una vez revisados, realice la práctica de germinar semillas de tres leguminosas: haba, arveja, fréjol, con un total de 50 semillas por especie. Con ellos, tome los siguientes datos:
  - Tiempo de germinación de las semillas.
  - Porcentajes de germinación por especie.
  - Documente fotográficamente.
2. Además, se recomienda la lectura del siguiente documento: [Manual de Buenas Prácticas Agrícolas \(BPA\) para legumbres](#), para ganar conocimiento en aspectos de producción de leguminosas, mediante la aplicación de buenas prácticas agrícolas (manejo del cultivo, control de plagas y enfermedades, fertilización, cosecha, empaque, almacenamiento y transporte). Genere un resumen con las principales ideas para su apoyo.

Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



3. Revise el video de las legumbres [Todo lo que hay que saber antes de sembrar](#). Aquí se mostrarán todos los aspectos básicos para la siembra y el manejo de los cultivos cereales.
4. Con la finalidad de evaluar los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta.



### Autoevaluación 7

1. Una de las características de las leguminosas es que desarrollan:
  - a. Espigas.
  - b. Bulbos.
  - c. Vainas.
2. Las leguminosas tienen la capacidad de fijar:
  - a. Agua.
  - b. Nitrógeno.
  - c. Vitamina B.
3. De los siguientes grupos de plantas, ¿cuáles son leguminosas?
  - a. Col, coliflor, lechuga y brócoli.
  - b. Haba, arveja, fréjol y alfalfa.
  - c. Maíz, trigo, avena y cebada.
4. Por lo general, ¿en qué climas se desarrollan las leguminosas?
  - a. Fríos-helados.
  - b. Cálidos-tropicales.
  - c. Templados-cálidos.

5. De los siguientes cultivos, ¿con cuál se puede asociar una leguminosa?

- a. Manzano.
- b. Maíz.
- c. Pastos.



6. De las siguientes distancias de siembra, ¿cuál usaría para sembrar leguminosas?

- a. 10 x 15 cm entre surco y planta.
- b. 20 x 20 cm entre surco y planta.
- c. 50 x 40 cm entre surco y planta.



7. El porcentaje de proteína de una leguminosa es:

- a. 20 %.
- b. 30 %.
- c. 40 %.



8. Las vainas de arveja, ¿entre cuántos granos o semillas poseen?

- a. 1 a 9.
- b. 2 a 10.
- c. 3 a 12.



9. ¿Hasta qué altura podría alcanzar el cultivo de haba?

- a. 0,60 m.
- b. 1,10 m.
- c. 1,60 m.

10. La cosecha del cultivo de arveja, ¿a los cuántos días de la siembra se puede realizar?

- a. 10 a 12 semanas.
- b. 12 a 14 semanas.
- c. 14 a 16 semanas.



## Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



### Semana 13



En esta semana 13 estudiará las principales características de los cultivos perennes; en este caso de los principales cultivos frutales, de las etapas por las que deben atravesar hasta alcanzar su máxima productividad y sobre las características climáticas que necesitan para desarrollarse (según las regiones de Ecuador).

### Unidad 7. Producción de cultivos frutícolas

Adquiere conocimientos básicos para el manejo y producción de frutales.

#### 7.1. Fruticultura

La fruticultura es la ciencia que estudia el cultivo de especies, leñosas y semileñosas, productoras de frutos y de las diferentes técnicas agronómicas para su manejo. Una de las principales características de los frutales, y que la diferencia de especies como las hortalizas, es que son plantas de larga vida (perennes), con tallos leñosos o semileñosos lignificados y que en su parte superior se ramifica con una capa de ramas densas (Agusti, 2007).

Las principales partes del árbol frutal son: 1) raíz, que le sirven de anclaje y que se divide en raíces primarias y secundarias, con ellas absorben agua y nutrientes, y 2) tallo, que en general es de gran altura, aunque se recomiendan podas para su crecimiento cuando este alcance 1 m de alto, además, es el punto de unión con las ramas y contiene meristemas axiales que dan origen a las hojas (Agusti, 2007).

Se pueden diferenciar **cinco etapas en la producción de un árbol frutal** (Agusti, 2007; Almanza-Merchan, Aranda, Álvarez y Fischer, 2012):

- **Improductiva:** es el tiempo que transcurre desde que se siembra la planta. Aquí la planta crece intensamente, pero no florece ni da frutos.

De manera general, dura entre dos y siete años dependiendo de la especie y variedad. Este tiempo puede disminuir drásticamente si se utiliza material vegetal injertado.

- **Entrada a la producción:** en esta etapa el crecimiento continuo e inicia la floración y fructificación de manera progresiva y en aumento. Esta etapa dura entre siete y 12 años; así mismo, dependerá de la especie frutal que se producirá y de su variedad.
- **Plena producción:** esta es la etapa de la edad adulta del árbol, en la que existe un equilibrio entre crecimiento y producción, la producción a su vez es estable y continua. Es el periodo más largo —pueden pasar de 30 años— y lo que más interesa es extenderlo, ya que es cuando se obtienen los beneficios económicos productivos.
- **Envejecimiento:** la planta inicia una renovación vegetativa limitada; las floraciones son altas, sin embargo, las cosechas son de poca calidad.
- **Muerte:** se produce la muerte del árbol frutal. En la mayoría de plantaciones, esta etapa no se da, debido a que los productores, una vez que ven que el árbol está envejeciendo y con bajas producciones, los eliminan para iniciar nuevas plantaciones.

Así también, como cualquier otra especie vegetal, para su buena producción, además de su buena genética, requiere que los factores edáficos —características del suelo, de textura, pH, materia orgánica, fertilidad en macro y micronutrientes, entre otros— y climáticos —altura sobre el nivel del mar, temperatura, humedad relativa, viento, luminosidad, entre otros— sean

los adecuados, por lo cual hay que ver qué especies frutales se pueden producir acorde a los climas y altitudes de las diferentes regiones (Agusti, 2007; Biblioteca de la Agricultura, 2007; Almanza et al., 2012).

- **Costa:** banano, café, cacao, cítricos, mango, chirimoyas, aguacates, entre otros.
- **Sierra:** manzano, peral, durazno, ciruelos, capulí, babaco, tomate de árbol, entre otros.
- **Amazonía:** plátano, café, cacao, pitahaya, membrillo, guaba, entre otros.

Un aspecto importante y poco comentado hasta el momento es el factor mercado –aceptación del producto por el consumidor–, para lo cual se debe elegir adecuadamente qué frutas y variedades sembrar, las cuales deben tener alta calidad, ser resistentes a plagas y enfermedades, y de gran duración en postcosecha. El equivocarse en escoger el cultivo o variedad traerá serios problemas, debido a que, al ser cultivos de larga duración, el cambio de cultivo traerá pérdidas económicas importantes (Biblioteca de la Agricultura, 2007).

Algunas especies se pueden producir en diferentes regiones (climas), sin embargo, pese a que desarrolla y produce, su producción nunca podrá ser igual a cuando se cumplen con todos los requisitos edafoclimáticos de la especie, con los que se logra conseguir las máximas producciones.



Con esta pequeña información, **investigue los principales cultivos que se dan en las regiones naturales del Ecuador (costa, sierra, amazonía e insular).**

## 7.2. Implementación de plantaciones frutícolas

Para el establecimiento de frutales, se deben tener en cuenta algunas consideraciones como (Agusti, 2007; Biblioteca de la Agricultura, 2007; Almanza et al., 2012):

- **Tipo de plantación que desea implementar:** considerar si se desea tener un **huerto clásico** – menor a 1 ha y de uso familiar–; una plantación o



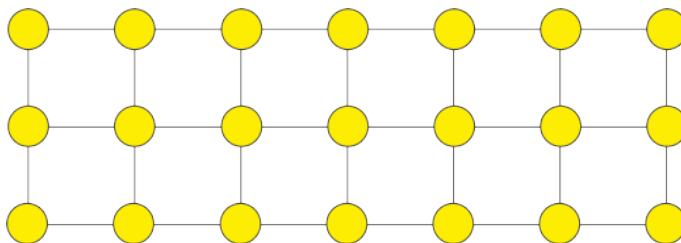
**explotación familiar**, área más grande entre 1 y 12 ha y con fin de venta en el mercado local, o **una plantación comercial**, con áreas de producción de 12 hasta más de 100 ha, con uso alta tecnología y con fines de exportación.

- **Distribución de la plantación:** en este punto se deben analizar factores, tales como topografía del terreno, temperaturas, luminosidad, viento, humedad y tipo de especie que se plantará. Dentro de los marcos de plantación más utilizados se tienen.

- **Marco real:** cada árbol ocupa un vértice de cuadrado, así, por ejemplo, 7 m entre planta por 7 m entre hilera (marco real de 7 x 7 m). Se usa generalmente en lugares con topografías regulares o planas (figura 8).

**Figura 8**

*Marco de siembra real (cuadrado)*

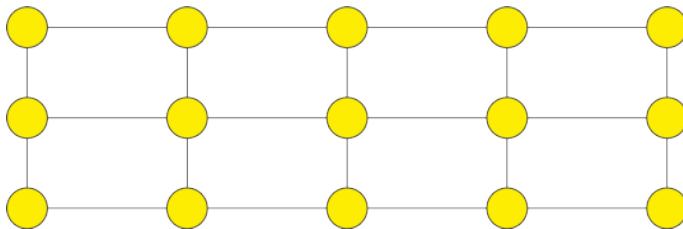


Nota. Adaptado de Sistemas de plantación [Ilustración], por Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008, [mapa](#). CC BY 4.0.

- **Marco rectangular:** llamado también en línea. Los árboles se los siembra ocupando los vértices del rectángulo adosados a medidas constantes. La mayor medida se llama calle y la menor entre línea (marco rectangular de 6 x 4 m), que se usan en topografía planas o con ligeras inclinaciones (figura 9).

**Figura 9**

*Marco de siembra rectangular (rectángulo)*

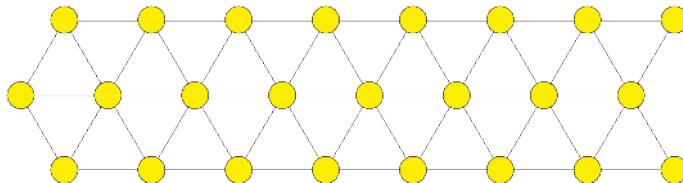


Nota. Adaptado de Sistemas de plantación [Ilustración], por Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008, [mapa](#). CC BY 4.0.

- **Tresbolillo:** la disposición de los árboles ocupa los vértices del triángulo equilátero (marco tresbolillo de 3 m), se usa en terrenos con topografías irregulares o pendientes un tanto pronunciadas (figura 10).

**Figura 10**

*Marco de siembra tresbolillo (triángulo)*



Nota. Adaptado de Sistemas de plantación [Ilustración], por Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008, [mapa](#). CC BY 4.0.

- **Curvas de nivel:** se usa en terrenos con pendientes pronunciadas. Las distancias dependen de la inclinación del terreno, las plantas se dispondrán a lo largo de las curvas de nivel.
- **Densidades de plantación:** hace relación al número de árboles por unidad de superficie. Existen densidades bajas (menores a 150 plantas/ ha), densidades medias (entre 150 a 200 plantas/ha), densidades moderadamente altas (800 a 2 500 plantas/ha) y densidades altas (mayor a 2 500 plantas/ha) (Agusti, 2007, Almanza et al., 2012).

• **Injertos:** consiste en unir la parte aérea de una planta (parte A) con la parte del tallo y las raíces de otra (parte B), produciendo un individuo autónomo formado por dos plantas diferentes (figura 11). Es un tipo de reproducción asexual de material vegetativo. Dentro de las ventajas, se tienen (Agusti, 2007, Almanza et al., 2012):

- Es un método de multiplicación que mantiene las características de la planta de la que proviene la parte aérea injertada.
- Se aprovechan las buenas características de resistencia del patrón.
- Las plantas que no se multiplican por semilla se las puede reproducir por injerto.
- Injertando se puede rejuvenecer un árbol viejo.

**Injerto:** unir una parte A (injerto) de una planta a otra B (patrón), que producirán una planta formada de dos plantas diferentes (figura 11). Es posible múltiples injertos en un patrón.

**Figura 11**

*Partes de un injerto*



Nota. Adaptado de Los Injertos [Ilustración], por Irizarry, J., 2015, [Slideshare](#). CC BY 4.0

Solo se puede injertar plantas de la misma especie, una excepción es el membrillo con el peral.

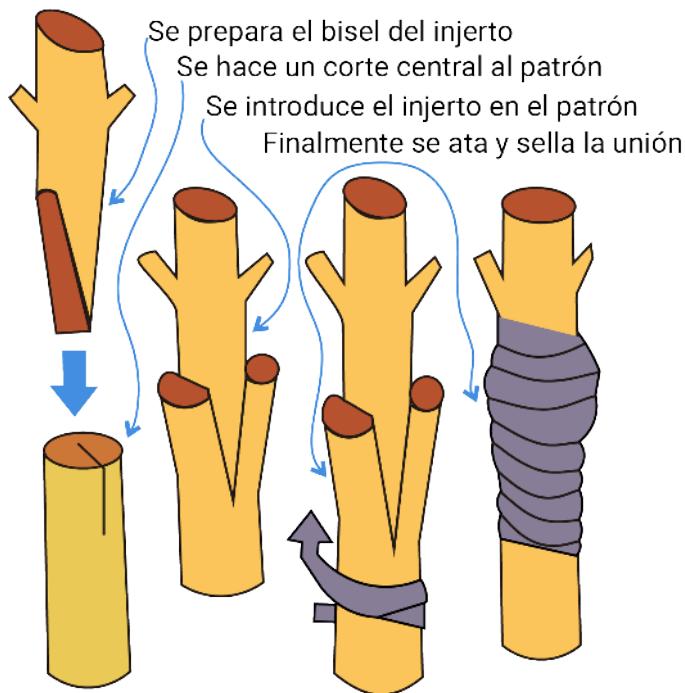
Cabe mencionar que la fórmula para calcular el número de árboles por área es el mismo que se aplica en los cultivos de hortalizas.

$$\text{Densidad siembra} = \frac{\text{Área total}(m^2)}{[\text{Distancia entre planta (m)} * \text{distancia entre surco(m)}]}$$

- **Tipos de injerto:** los tipos de injerto más comunes son de tipo púa y yema, y cada uno de ellos tiene diferentes variantes.
  - **Púa:** sobre el patrón se injerta una púa (figura 12).

**Figura 12**

*Injerto de púa*



Nota. Adaptado de Injerto [Ilustración], por EcuRed, s.f., [EcuRed](#). CC BY 4.0.

- **Yema:** sobre el patrón se injerta una yema (figura 13).

**Figura 13**

*Injerto de yema*



Nota. Adaptado de Manual de injertos [Ilustración] por Agroproyectos, 2022, [agroproyectos](#), CC BY 4.0.

- **Podas:** son un procedimiento necesario. Podar consiste en recortar un árbol o arbusto de manera cuidadosa y correcta. Las podas ayudan a incrementar los rendimientos y calidades de fruto. Las podas se deben realizar durante los tres o cuatro primeros años; sin una poda, el árbol alcanzará su tamaño natural, lo que no convienen en

las plantaciones por cuestiones de manejo. En los árboles frutales existen algunos tipos de poda con variados fines (Agusti, 2007; Biblioteca de la Agricultura, 2007; Almanza et al., 2012):

- **Formación:** consiste en formar el árbol –en los 3 o 4 años primeros–; es imprescindible hacerla y su objetivo es dar una adecuada formación para el árbol. Existen las podas de formación de vaso francés, vaso irregular, palmeta y cordón.
- **Limpieza:** consiste en quitar los tejidos indeseables, tales como ramas secas, chupones, ramas que enmarañan la copa, partes enfermas (sanidad), entre otros.
- **De fructificación:** el objetivo es remover las formaciones del árbol que portan o tienen a la fruta por otras que llevarán la cosecha del siguiente año, ya que aquellas se han agitado, en otras palabras, eliminar ramas que contienen a los frutos de poca calidad, para dejar a los de mejor calidad.
- **De rejuvenecimiento:** se realiza en la etapa de envejecimiento del árbol, cuando la producción empieza a decrecer, se puede cortar toda la copa o algunas ramas, además se pueden realizar en esta parte injertos de renovación.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación:

1. A continuación, le invito a realizar la lectura del documento: [Cultivo de frutales](#), en el que constan a detalle las actividades de manejo y producción de cultivos de frutas, además de temas de construcción de viveros, injertos y podas.
2. Con la finalidad de evaluar los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta.



## Autoevaluación 8

1. Los cultivos frutales son de ciclo de producción:

- a. De ciclo corto.
- b. De ciclo anual.
- c. De ciclo perenne.

2. Las fases por las que atraviesa un árbol frutal son:

- a. Nacer, crecer, reproducirse, plena producción, envejecimiento y muerte.
- b. Siembra, entrada a la producción, plena producción, envejecimiento y muerte.
- c. Improductiva, entrada a la producción, plena producción, envejecimiento y muerte.

3. ¿En cuáles de las siguientes regiones se da mayormente la producción de manzanos?

- a. Región Costa.
- b. Región Sierra.
- c. Región Amazónica.

4. El marco de siembra de tresbolillos es cuando:

- a. La planta se siembra en cada vértice del triángulo.
- b. La planta se siembra en cada vértice del rectángulo.
- c. La planta se siembra en cada vértice del cuadrado.

5. Una plantación con densidad de siembra densa tiene:

- a. De 0 a 15 plantas/ha.
- b. De 150 a 200 plantas/ha.
- c. De 800 a 2500 plantas/ha.



6. Injertar una planta es cuando:

- a. Se une un injerto de una planta a un patrón de otra.
- b. Cuando se unen dos injertos de plantas diferentes a una planta patrón.
- c. Las dos anteriores.



7. La poda de rejuvenecimiento consiste en:

- a. Podar y dar forma a las raíces.
- b. Podar frutos para mejorar la calidad de estos.
- c. Podar unas o todas las ramas.



8. Una planta injertada mantiene las características del injerto:

- a. Posiblemente, sí (dependiendo del gen dominante).
- b. No.
- c. Sí.



9. ¿A qué altura se debe frenar (cortar) para realizar una correcta poda de formación?

- a. 1 m.
- b. 2 m.
- c. 3 m.



10. En la etapa de plena producción de los frutales tiene una duración de:

- a. 2 a 7 años.
- b. 7 a 12 años.
- c. Más de 12 años.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 14

En la semana 14 se abordarán los temas de Manejo y producción agrotécnica de los cultivos forrajeros, utilizados para la producción de animales de granja, tales como bovinos, ovinos, caprinos, cobayos, entre otros. Se revisarán cuáles son los principales pastos y sus características productivas y alimenticias.

### Unidad 8. Producción de cultivos forrajeros

#### 8.1. Pastos y forrajes

La producción de cultivos forrajeros está dedicada exclusivamente a la alimentación animal, aquí también se incluyen a los pastos naturales, los cuales pueden ser cultivados o no.

Los cultivos forrajeros se clasifican en:

- **Temporales:** estos se cultivan y cosechan (cortan) como cualquier otro cultivo agrícola, a los cuales se les debe dar el manejo agrotécnico requerido.
- **Permanentes:** estos forrajes están establecidos en áreas o tierras de uso continuo, estos sobrepasan los 5 años, es decir, las praderas silvestres y pastizales, además que pueden incluir tierras forestales, que se suelen usar para el pastoreo del ganado (Percy, s/f).

El manejo de las pasturas tiene como objetivo la buena utilización del pasto o del forraje disponible para alimentar una cierta cantidad de animales.

En el caso de ganado bovino, un animal adulto necesita consumir a diario aproximadamente el 10 % de su peso en forraje fresco.



**Ejemplo:** Una vaca que pesa 400 kg, debe disponer de 40 kg de forraje fresco diario para su alimentación, este debe contener aproximadamente un 7% de proteína y más de un 50% de digestibilidad.

Dentro de las principales especies pastos o de forraje, se tienen (Bonifaz, Gutiérrez y León, 2018; Durán, 2011):

- **King grass:** es una gramínea perenne procedente de África, resultante de una hibridación de entre *Pennisetum purpureum Schum* y *typhoides*. Este pasto ha demostrado gran adaptabilidad a diferentes zonas climáticas, en especial las tropicales. Se usa para la alimentación de ganado bovino, ovino, porcino y caprino. Es una grama natural o pasto de corte que se desarrolla bien en climas tropicales con alturas de 1000 a 1 500 m s.n.m. Soporta bien suelos ácidos y de baja fertilidad y un amplio rango de lluvias. Su siembra se realiza por estacas (tallos con brotes). Su aspecto es parecido a la caña, con 3 a 5 cm de diámetro, con hojas anchas y largas y vellosidades suaves. Sus características nutricionales en proteína van desde 8 a un 10 %. Su ciclo de corte es de máximo hasta los 60 días.
- **Kikuyo:** (*Pennisetum clandestinum*). Gramínea perenne, con hojas lanceoladas y pubescentes, de origen africano, que puede alcanzar hasta 1 m de altura. Se produce en climas fríos, sobre alturas de 1 500 m s.n.m., con suelos fértiles y de buen drenaje. Se lo puede asociar con el trébol blanco, su reproducción es mediante estolones. Su manejo incluye 42 días de descanso para su desarrollo y puede soportar 4 unidades bovinas/ha y tolera bastante bien el pisoteo de los animales.
- **Elefante:** (*Pennisetum purpureum*), originario de África. Es un pasto para consumo animal, y de ciclo perenne, puede alcanzar hasta los 4 m de altura, con hojas verdes pálidas de 4 cm de ancho. Es un pasto muy resistente y puede cultivarse en áreas perturbadas o filos de carreteras como barreras. Debe ser pastoreado a los 60 cm de altura, antes que se desarrolle por completo, esta pastura en 2 meses y medio podría alcanzar hasta los 2,5 m de alto.

- **Brachiaria:** planta gramínea perenne, originaria de África, que alcanza alturas de entre 0,3 a 1 m de altura. Existen algunas especies: *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria dictyneura*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria purpurascens*. Estas especies tienen diferentes rangos de adaptabilidad. Dentro de sus características generales, figuran: crece de forma natural y puede desarrollarse en suelos con buena fertilidad y en pH desde ácidos (4,2) a alcalinos (8,0). Puede soportar inundaciones moderadas y, en otros casos, largos períodos de sequía. Se cultivan en zonas orientales o del trópico, y su rango de adaptación es muy amplio, que va desde zonas a nivel del mar y hasta más de los 2000 m s.n.m.
- **Trébol blanco:** (*Trifolium repens*). Es una planta perenne, con tallos rastreros, las hojas son trifoliadas y de color verde con algunas manchas blancas. Se desarrolla en climas templados-húmedos. Es una especie que soporta bien el pisoteo animal y muy resistente a suelos húmedos y a bajas temperaturas ambientales. Su necesidad, en cuanto a suelos, es baja gracias a su capacidad de fijar nitrógeno. Tolera muy bien los intensos cortes. Puede ser sembrada sola o en asociaciones.
- **Trébol rojo:** (*Trifolium pratense*). Planta perenne de 10 a 60 cm de alto, hojas trifoliadas. Se desarrolla en climas templados húmedos con temperaturas entre 21 a 24 °C; aunque puede crecer, pero con sus funciones disminuidas en desarrollo, con temperaturas entre 7 y 35 °C.
- **Alfalfa:** (*Medicago sativa*). Planta leguminosa originaria de Asia Menor y sur del Cáucaso. Alcanza hasta 1 m de alto, con hojas trifoliadas, verdes, brillantes, y flores azules o violetas y frutos en vaina (leguminosa). Esta es una de las plantas de forraje que posee las mejores características alimenticias; es rica en proteína, vitaminas y minerales, esto gracias a su gran sistema radicular que se desarrolla hasta grandes profundidades para alcanzar reservas de nutrientes, además de su fijación de nitrógeno. Para su desarrollo requiere temperaturas medias anuales de 15 °C, y climas templados. Requiere suelos fértiles, bien labrados y húmedos, ya que no tolera las sequías, sin embargo, es muy susceptible a encharcamientos del terreno.

Así también, se tienen otras especies forrajeras, que se han visto en los apartados de cultivos de cereales y leguminosas, tales como el trigo, la avena, la cebada (cereales), la alfalfa, el trébol (leguminosas).

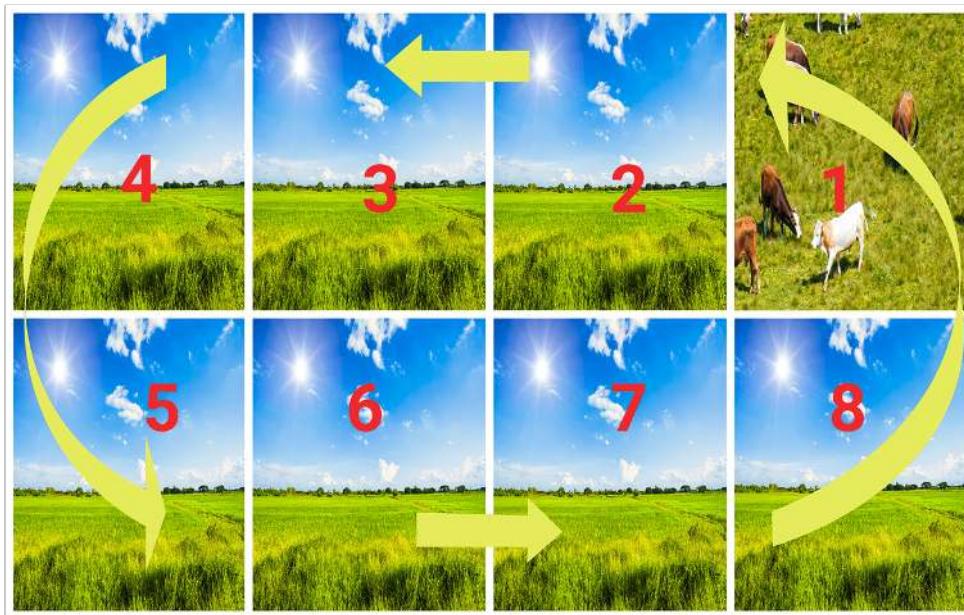
Las especies forrajeras que hay para pastoreo pueden alcanzar valores de 3 al 12 % de proteína y de 1,8 a 2,2 de Mcal de energía disponible. Hay que recalcar que los bajos valores de proteína y energía se dan cuando los pastos tienen más de 60 días, mientras que los altos valores se dan cuando los pastos son cosechados o consumidos a los 45 días de edad (Bonifaz et al., 2018).

El manejo de los pastos debe ser bien planificado por el productor, quien debe realizar rotación adecuada de los animales por los diferentes potreros establecidos en su finca (rotación de potreros), hacer coincidir la rotación de los animales en cada potrero según el número de potreros, manejar los potreros y de las características del pasto (ciclo de producción).

En la figura 14 se puede observar la rotación de bovinos por diferentes potreros:

**Figura 14**

Diseño de un sistema de rotación de ganado en ocho potreros



Nota. Adaptado de Rotación de potreros implementando la técnica del PRV [Ilustración], por Rúa, M., 2010, [Engormix](#), CC BY 4.0.

El clima es otro factor por tomar en cuenta en el manejo o producción de pastos. De manera general, en temporadas secas, el pasto escasea —menor producción en kg de forraje para el ganado—, por lo que el productor debe suplir o complementar la falta de alimento suministrando henos, ensilajes, balanceados, entre otros, lo cual aumenta los costos de producción; es por ello que en un sistema pastoril o de forrajes se debe considerar la inversión de un sistema de riego (Durán, 2011).

La suplementación mineral es fundamental en los procesos de alimentación de los animales cuando hace falta el pasto, con esto se logra que el ganado satisfaga sus necesidades y que se use mejor el forraje; en especial en vacas que están en gestación, lactancia y crecimiento, y que son los animales que requieren mayor calidad nutricional (Durán, 2011).

En otro aspecto, hay que considerar que una alta carga animal en una determinada área obtendrá ganancias de peso en el animal muy pobres, ya que las pasturas serán compartidas, mientras que con cargas animales bajas, el animal puede seleccionar y obtener mayor cantidad de alimento.

## Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, para complementar su aprendizaje de la temática presentada, se le recomienda realizar las siguientes actividades:

1. Vea estos dos ejemplos y conteste la pregunta.

**Opción 1.** Poseer en su finca un solo potrero para pastoreo:

Lo cual implica que sus animales siempre van a estar en el mismo potrero, conocido como pastoreo continuo. Aquí los animales tienen acceso a todo el forraje todo el tiempo durante la temporada de pastoreo, haciendo que el ganado consuma ciertas partes de pastos y otras no (consumo desigual de pastos).

**Opción 2.** Realizar la división en su finca en dos o más potreros para pastoreo:

Denominado sistema rotativo, en el que usará al menos dos potreros para rotar el ganado, lo que resultará que, mientras los animales están en un potrero, el otro(s) estará(n) en descanso.

**¿Cuál de las dos opciones escogería usted? Argumente su selección.**

Nota: conteste la actividad en un cuaderno o en un documento de Word.

2. A continuación, le invito a que realice lectura del documento sobre [Cultivo de pastos](#), aquí se encontrará la introducción, asociación de pastos, elección de terrenos para cultivar pasto, entre otros.

3. Con la finalidad de evaluar los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta



### Autoevaluación 9

1. La producción de cultivos forrajeros está dedicada para la alimentación

- a. Humana.
- b. Animal.
- c. Ninguna de las dos anteriores.

2. La clasificación de la producción de forrajes por su ciclo se clasifica en:

- a. Temporales y permanentes.
- b. Anuales y bianuales.
- c. Extensivos e intensivos.

3. ¿Cuál es el objetivo de dar un manejo técnico a las pasturas?

- a. Mejorar la calidad de los pastos.
- b. Mejorar la cantidad de los pastos.
- c. A y b.

4. Un animal bovino adulto, ¿qué porcentaje de su peso de forraje consume al día?

- a. 10 %.
- b. 20 %.
- c. 30 %.

5. Una vaca adulta con un peso de 300 kg, cuántos kg de forraje consumió al día:

- a. 10 kg.
- b. 20 kg.



- c. 30 kg.
6. ¿Cuánta cantidad de proteína tiene el pasto *king grass*?  
a. 6 a un 8 %.  
b. 8 a un 10 %.  
c. 10 a un 12 %.
7. El ciclo de corte del pasto *king grass* es de:  
a. 1 mes.  
b. 2 meses.  
c. 3 meses.
8. Un pasto en general, ¿a los cuántos días alcanza sus mejores niveles en contenidos de proteína (por lo que es mejor para el consumo animal)?  
a. 30 días.  
b. 45 días.  
c. 60 días.
9. La rotación del ganado vacuno consiste en tener en la finca o terreno:  
a. 1 potrero.  
b. 2 o más potreros.  
c. Las dos anteriores.
10. De los siguientes forrajes, ¿cuál soporta mejor el pisoteo de los animales?  
a. King grass.  
b. Trébol.  
c. Avena.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 15

En la presente semana revisará la parte de ingeniería agrícola, específicamente, lo que tiene que ver con cultivos protegidos, cultivos hidropónicos y forrajeería verde hidropónica. Se describirán algunos conceptos básicos introductorios para que empiece a relacionar con la temática.

### Unidad 9. Producción de cultivos protegidos e hidropónicos

#### 9.1. Producción de cultivos bajo cubierta

La producción de cultivos también se puede realizar bajo estructuras protegidas, tales como los invernaderos, túneles y microtúneles. Los que brindan abrigo gracias a que su estructura está cubierta por techos y paredes transparentes, estas estructuras pueden estar o no acondicionadas y controladas; en otras palabras, pueden contener mayor o menor grado de tecnología, tales como sistemas de riego, calefacción, ventilación, luz, entre otros (Flores, 2006; Biblioteca de la Agricultura, 2007).

Dentro de las ventajas y desventajas que tiene cultivar bajo estos sistemas figuran (Flores, 2006; Biblioteca de la Agricultura, 2007):

- **Ventajas:**

- Se puede cultivar hortalizas, frutas u otro cultivo fuera de temporada.
- Existen cosechas precoces (en menor tiempo).
- Los rendimientos mejoran.
- Se brindan las condiciones necesarias a los cultivos gracias a su control de parámetros climáticos: temperatura, humedad, entre otros.
- Existe menor ataque de plagas y enfermedades.
- Facilidad de usar riego o fertiriego.
- Se optimiza la mano de obra.

- **Desventajas:**

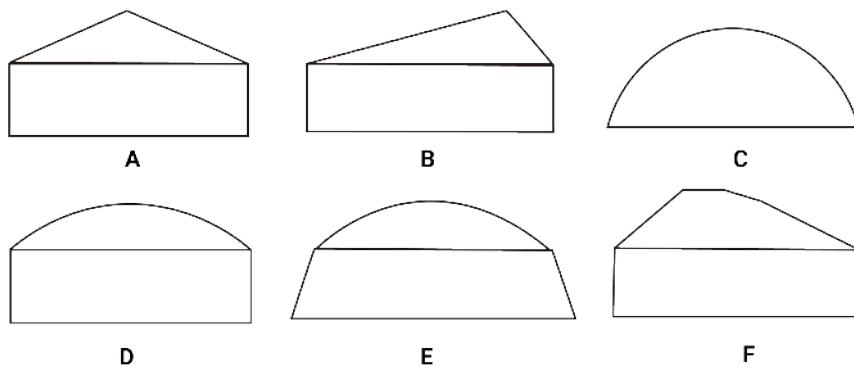
- Inversión inicial alta.
- Falta de capacitación por parte de los productores.

Existen varios tipos o modelos de invernaderos (figura 15) (Flores, 2006; Biblioteca de la Agricultura, 2007):

- De dos aguas (a).
- Dos aguas techo asimétrico (b).
- Túnel semicircular (c)
- Capilla simple, techo semicircular, paredes verticales (d).
- Capilla simple, techo górico, paredes en pendiente (e).
- Capilla simple, techo górico, paredes en verticales o en pendiente (f).

**Figura 15**

Diseños o tipos de invernaderos

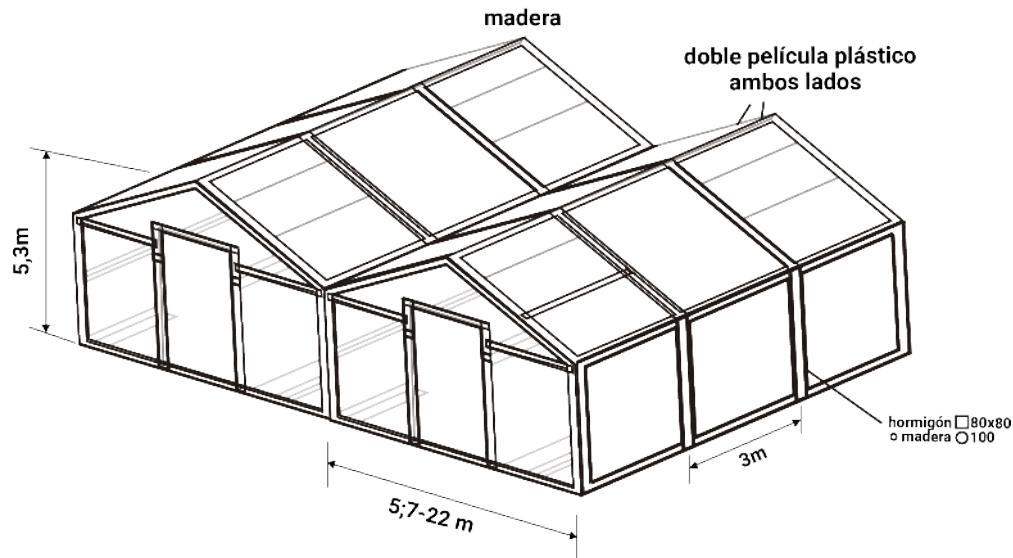


Nota. Tomado de El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo [Ilustración], por FAO, s.f., [FAO](#). CC BY 4.0.

El tipo de invernadero más común en uso es el de capilla a dos aguas (figura 16):

**Figura 16**

Diseños de invernadero doble capilla y sus medidas



Nota. Tomado de El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo [Ilustración], por FAO, s.f., [FAO](#). CC BY 4.0.

## 9.2. Producción de cultivos en sistemas hidropónicos

La producción de cultivos bajo sistemas hidropónicos es la técnica de cultivo en la que se sustituye el suelo por un sustrato, un medio natural o artificial. Este método se fundamenta en proporcionar los nutrientes que requieren las distintas especies vegetales, sea por medio de los sustratos sólidos –perlita, fibra de coco, turba, grava, entre otros– o soluciones nutritivas –soluciones hidropónicas A y B– (Urrustarazu, 2004).

Dentro de las ventajas y desventajas que tiene cultivar bajo estos sistemas hidropónicos, figuran (Urrustarazu, 2004):

- **Ventajas:**

- Ahorro de agua.
- Menos enfermedades.
- Se eliminan problemas de cansancio del suelo.
- Reduce labores de cultivo.
- Producciones elevadas y de alta calidad.
- Mayor número de plantas por unidad de superficie.
- Control de malas hierbas.
- Mayor calidad del fruto.
- Optimización en el uso de fertilizantes.
- Conservación de sustrato.

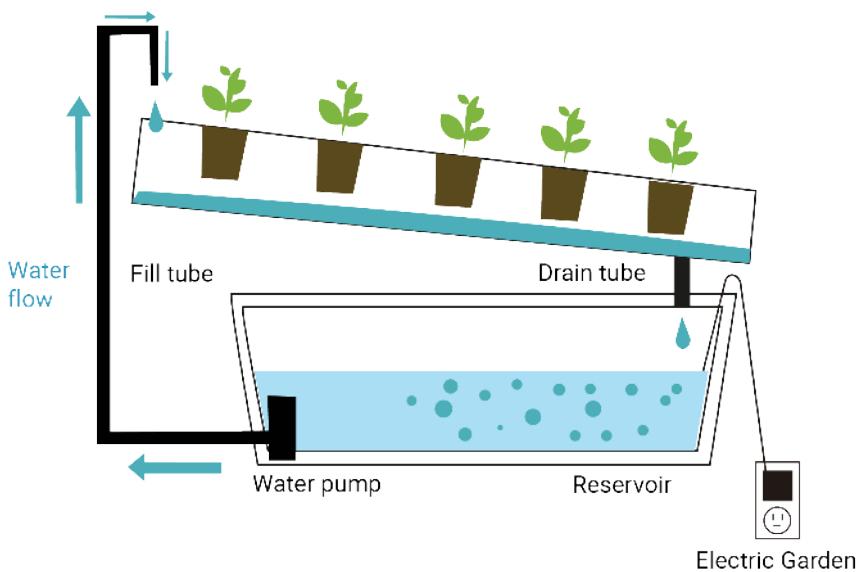
- **Desventajas:**

- Elevado costo.
- Complejidad de uso y conocimientos técnicos.
- Ataque de enfermedades criptogámicas.

Existen algunos sistemas de producción hidropónicos. A continuación, se mencionan los más importantes (Urrustarazu, 2004):

- **Sistema NTF (*Nutrient Film Technique*):** es un sistema de recirculación de agua, el más utilizado en su clase para la producción de hortalizas. Este sistema no utiliza sustratos sólidos, solo agua combinada con soluciones nutritivas que contienen los macro y micronutrientes necesarios para el desarrollo de la planta. Se basa en la manutención de una lámina de solución nutritiva que está en recirculación constante, en la cual las raíces de las plantas están en contacto con la lámina de solución nutritiva (figura 17).

**Figura 17**  
*Sistema hidropónico NTF*

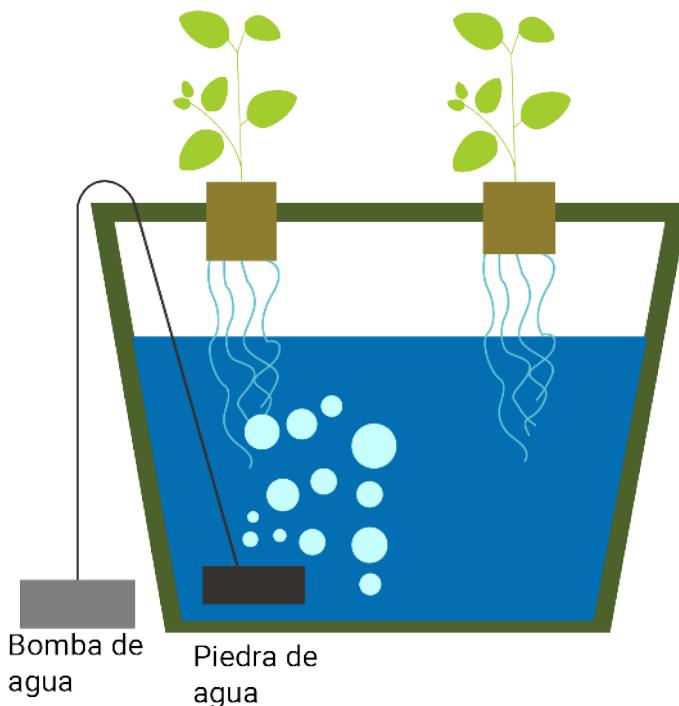


Nota. Tomado de Sistema de cultivo hidropónico [Ilustración] por Vertibotanic, s.f., [Vertibotanic](#), CC BY 4.0.

- **Sistema a raíz flotante:** este sistema hidropónico se basa en mantener el cultivo en un recipiente que contiene la solución nutritiva y en donde las raíces de las plantas están todo el tiempo en contacto con la solución. Cabe indicar que la solución debe tener oxigenación constante para evitar la condición de anoxia (figura 18).

**Figura 18**

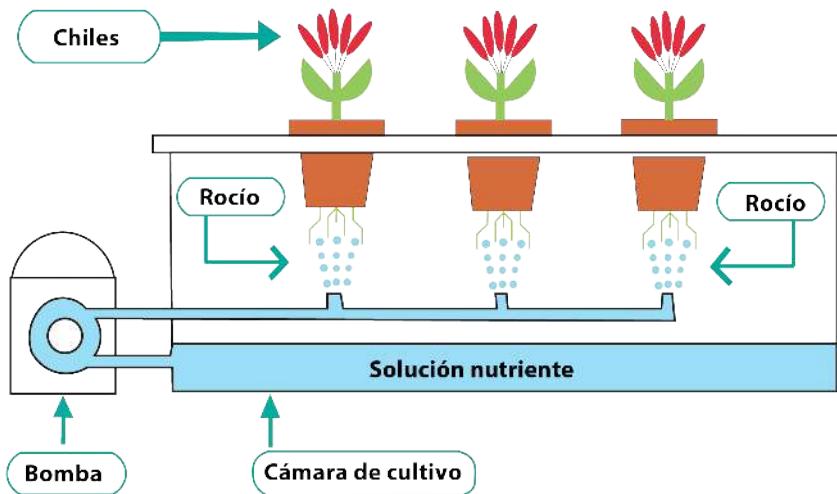
*Sistema hidropónico a raíz flotante*



Nota. Adaptado de ¿Qué es el cultivo hidropónico en aguas profundas? [Ilustración] por Cano, D., 2021, [plantasdeinteriores](#), CC BY 4.0.

- **Aeroponía:** se basa en la producción de plantas en un medio suspendido, en el cual sus raíces quedan colgadas sin tener que sumergirlas en aguas o enterrarlas en sustratos. Las raíces suspendidas, están dentro de una cámara de cultivo y son rociadas con las soluciones nutritivas para su alimentación o nutrición (figura 19).

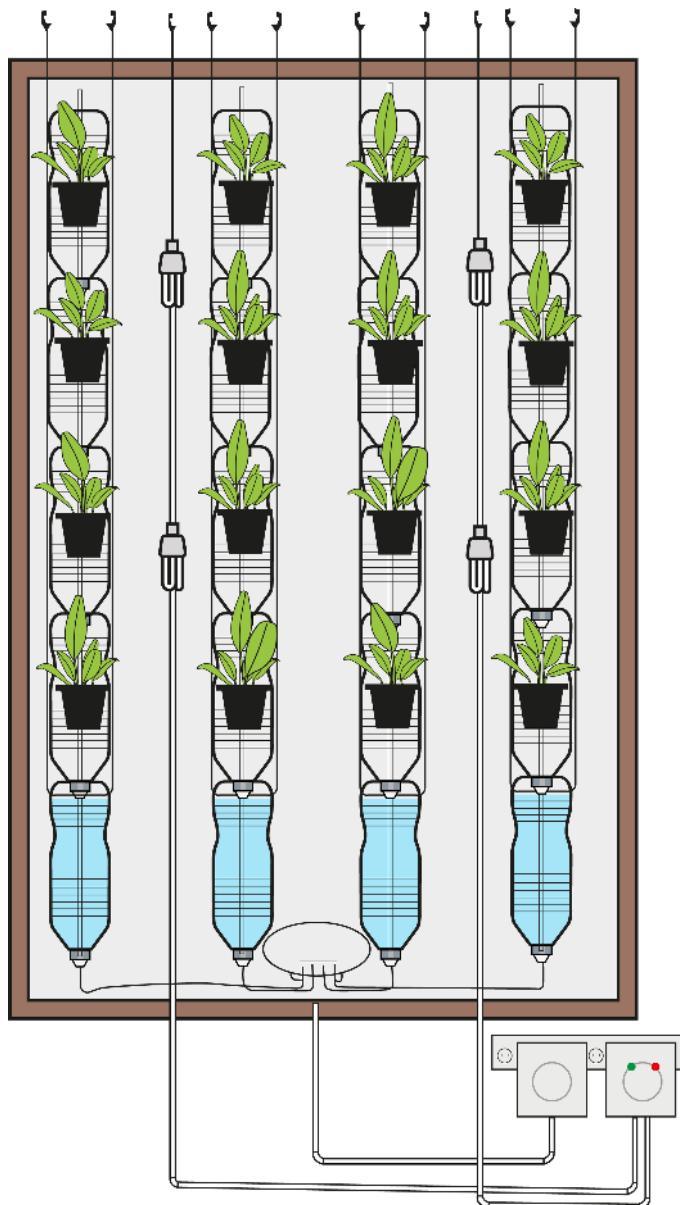
**Figura 19**  
*Sistema aeropónico*



Nota. Tomado de Guía de aeroponía para principiantes [Ilustración], por elholandéspicante, s.f., [elholandéspicante](#). CC BY 4.0.

- **Hidroponía vertical:** en este sistema que utiliza espacios verticales, tales como paredes de casas o edificios, es recomendado para zonas urbanas. Su funcionamiento se basa en el cultivo de plantas, en sustratos sólidos y con materiales, por ejemplo, tuberías y botellas dispuestas en forma vertical y provistos de un sistema de riego que llevará las soluciones nutritivas (figura 20).

**Figura 20**  
*Sistema hidropónico vertical*



Nota. Tomado de Un sistema hidropónico vertical [Ilustración], por Clipartmax, 2019, [CLIPARTMAX](#). CC BY 4.0.

- **Forraje verde hidropónico:** es la producción de forraje mediante la germinación de semillas o granos de cereales, tales como la avena, trigo, maíz, cebada, entre otros, en cortos periodos (de 12 a 15 días). Este forraje se produce sobre bandejas y con aplicación de soluciones nutritivas. Dentro de sus ventajas está la obtención de alimento rápido en buena cantidad y calidad proteica. Este alimento complementa la alimentación del animal y puede darse en un 30 % (figura 21).

**Figura 21**  
*Sistema de forrajes verdes hidropónicos*



Nota. Tomado de Paisaje toscano [Fotografía], por tommaso lizzul, 2010, [shutterstock](#), CC BY 4.0.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación:

1. Busque en YouTube videos sobre la producción de cultivos protegidos, sistemas hidropónicos y forrajes verdes hidropónicos.

2. Con la finalidad de evaluar los conocimientos adquiridos a través del estudio de los contenidos de esta unidad, resuelva el ejercicio de autoevaluación que a continuación se le presenta.



### Autoevaluación 10

1. Producir cultivos bajo protección implica:

- a. Producción a campo abierto.
- b. Producción en sistemas NTF.
- c. Producción en macro y microtúneles.

2. ¿Qué ventaja trae el producir bajo un sistema protegido?

- a. Producción de cultivos fuera de temporada.
- b. Mayor contrato de personal para manejo (trabajo para personas).
- c. Baja inversión inicial.

3. ¿Qué desventaja tiene un sistema de producción protegido?

- a. Cosechas precoces.
- b. Altos costos iniciales.
- c. Las dos anteriores.

4. De los siguientes invernaderos, ¿cuál es el más utilizado?

- a. Microtúnel.
- b. Gótico.
- c. Capilla.

5. La principal característica de la producción de cultivos hidropónicos es:

- a. Producción con uso de suelo.
- b. Producción sin uso de suelo.
- c. Producción con uso de suelo en grandes extensiones.



6. De las siguientes, ¿cuál es la ventaja de producir en sistemas hidropónicos?

- a. Bajo costo inicial.
- b. Ahorro de agua.
- c. Uso de mano de obra no calificada.



7. ¿En qué se basa el principio de la producción del sistema hidropónico NTF?

- a. Producción de los cultivos en sustratos sólidos.
- b. Producción de cultivos con recirculación de soluciones nutritivas.
- c. Las dos anteriores.



8. La producción de cultivos bajo un sistema hidropónico a raíz flotante consiste en:

- a. Suspender las raíces suspendidas en cámaras con rocíos de soluciones.
- b. La recirculación de agua, en donde las raíces están siempre en contacto con la solución nutritiva.
- c. Las raíces de las plantas se encuentran siempre en contacto con las soluciones nutritivas oxigenadas.



9. La aeroponía consiste en:

- a. Suspender las raíces suspendidas en cámaras con rocíos de soluciones.
- b. La recirculación de agua, en donde las raíces están siempre en contacto con la solución nutritiva.
- c. Las raíces de las plantas se encuentran siempre en contacto con las soluciones nutritivas oxigenadas.



10. El forraje verde hidropónico resulta de:

- a. La germinación de hortalizas.
- b. Germinación de cereales.



c. Germinación de semillas de frutas.

[Ir al solucionario](#)

## Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



### Semana 16

#### Actividades finales del bimestre

Se le invita a revisar todos los contenidos que se han visto en el bimestre para rendir la evaluación presencial en la presente semana.





## 4. Autoevaluaciones

### Autoevaluación 1

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	Un sistema de producción vegetal integra varios componentes, incluyendo la fuerza de trabajo, medios de producción (maquinaria, herramientas), y técnicas agrícolas para producir cultivos.
2	b	El objetivo define el propósito o meta del sistema de producción, lo que incluye la producción de alimentos, la sostenibilidad, y la maximización de la eficiencia.
3	a	Estos son los bienes principales que se obtienen como resultado del cultivo y manejo de las plantas en el sistema agrícola.
4	b	Los sistemas de secano dependen únicamente de las precipitaciones naturales y no se les aporta agua adicional de riego.
5	c	Los sistemas vegetales industriales son los que utilizan gran cantidad de tecnología para poder generar altos volúmenes de producción.
6	c	Esto se consigue mediante técnicas y manejos avanzados que optimizan el uso de recursos como el agua, los fertilizantes, y el espacio, para maximizar el rendimiento de los cultivos.
7	b	Un sistema vegetal de producción natural es el que para producir no necesita ningún producto o insumo agrícola.
8	b	Estos elementos son fundamentales para el desarrollo y manejo de los cultivos, ya que influyen directamente en las condiciones de crecimiento de las plantas.
9	c	Las tecnologías de producción vegetal son el uso de dispositivos, las herramientas, técnicas y recursos tecnológicos, con el fin de mejorar los sistemas de producción.
10	b	El uso inadecuado de técnicas y tecnologías agrícolas pueden causar daños a los recursos, tal es el caso que el exceso de fertilización del suelo puede provocar cambios en el pH (acididad o salinización).

Pregunta    Respuesta    Retroalimentación

Ir a la autoevaluación



## Autoevaluación 2

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	Esta rama de la biología se centra en comprender cómo funcionan las plantas, cómo interactúan con su entorno y cómo responden a factores ambientales.
2	c	Las raíces son estructuras especializadas para la absorción de agua y nutrientes del suelo. Tienen pelos absorbentes que aumentan la superficie de contacto con el suelo, facilitando la absorción.
3	b	El xilema es el tejido vascular que transporta agua y minerales desde las raíces hasta el resto de la planta. Funciona a través de un mecanismo de capilaridad y la transpiración, que crea una presión negativa que "tira" del agua hacia arriba.
4	a	La mayor parte del agua se pierde a través de las hojas mediante un proceso llamado transpiración. Los estomas, pequeños poros en la superficie de las hojas, se abren para permitir el intercambio de gases, lo que también permite la salida del vapor de agua.
5	a	El estrés hídrico puede ser causado tanto por un exceso como por una falta de agua. El exceso de agua puede causar problemas como anoxia (falta de oxígeno en las raíces), mientras que la falta de agua puede llevar a la deshidratación y marchitez de la planta.
6	a	Las plantas utilizan la luz solar para convertir el dióxido de carbono y el agua en glucosa y oxígeno, almacenando la energía en forma de moléculas orgánicas.
7	a	Los cloroplastos son orgánulos presentes en las células vegetales que contienen clorofila, el pigmento que captura la energía lumínica necesaria para convertir el dióxido de carbono y el agua en glucosa y oxígeno.
8	b	La fase lumínica depende de la luz solar y convierte energía lumínica en energía química (ATP y NADPH) en los tilacoides de los cloroplastos. La fase oscura, o ciclo de Calvin, no requiere luz directa y utiliza el ATP y NADPH para fijar dióxido de carbono y sintetizar glucosa en el estroma de los cloroplastos.
9	a	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> es la fórmula química de la glucosa, un monosacárido que se produce durante la fotosíntesis y sirve como principal fuente de energía para las plantas y otros organismos.
10	b	Es durante esta fase donde la energía lumínica se absorbe por la clorofila y otros pigmentos fotosintéticos en los tilacoides de los cloroplastos, y se utiliza para generar ATP y NADPH, que son moléculas de energía necesarias para la fase oscura del proceso.



Pregunta    Respuesta    Retroalimentación

Ir a la autoevaluación



### Autoevaluación 3

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	La nutrición de una planta se da cuando esta absorbe (nutrición) la combinación del agua, sales minerales (nutrientes) con el dióxido de carbono.
2	c	Las plantas absorben agua y minerales a través de las raíces, y absorben dióxido de carbono a través de las hojas. Ambos procesos son esenciales para la fotosíntesis y la producción de nutrientes.
3	b	Estos elementos son fundamentales para la composición de las moléculas orgánicas esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas.
4	a	Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) son considerados macronutrientes primarios porque las plantas los necesitan en grandes cantidades para un crecimiento y desarrollo adecuados.
5	a	Calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) son considerados macronutrientes secundarios porque, aunque las plantas los necesitan en cantidades menores que los macronutrientes primarios, siguen siendo esenciales para su salud y crecimiento.
6	b	Estos elementos son necesarios para el crecimiento de las plantas, aunque en cantidades menores que los macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio.
7	a	El nitrógeno es fundamental para la síntesis de aminoácidos, proteínas y clorofila, lo que promueve un crecimiento vigoroso y saludable de la planta.
8	b	El fósforo es el nutriente que debe estar disponible en suficiente cantidad para lograr el desarrollo radical y de nuevos brotes en una planta.
9	c	El potasio juega un papel crucial en la síntesis de carbohidratos y en el movimiento de carbohidratos a través de la planta, lo cual es relevante para el almacenamiento de energía en forma de almidones.
10	a	La deficiencia de fósforo a menudo causa coloraciones rojas o pardas en las hojas debido a la acumulación de pigmentos antocianinas. También puede llevar a un crecimiento lento y pobre desarrollo radicular.



Pregunta    Respuesta    Retroalimentación

Ir a la autoevaluación



## Autoevaluación 4

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	Las plantas necesitan de la interacción tanto de sus propios procesos internos y de los factores abióticos, tales como luz, temperatura y humedad para poder desarrollarse eficientemente.
2	a	La embriogénesis ocurre luego de la formación del cigoto hasta la formación del embrión en una semilla madura.
3	a	La cofia es una estructura protectora que se encuentra en la punta de la raíz y protege el meristema apical durante el crecimiento de la raíz a través del suelo.
4	c	Después de la polinización y la fecundación de la flor, los óvulos fecundados se desarrollan para formar las semillas dentro del ovario de la flor, que posteriormente se convierte en el fruto. El fruto protege a las semillas y facilita su dispersión.
5	a	Las auxinas son hormonas vegetales que juegan un papel crucial en la elongación celular, la formación de raíces y la regulación del crecimiento de la planta.
6	a	Estas hormonas promueven el crecimiento del embrión dentro de la semilla, estimulando la elongación celular y facilitando la ruptura de la cubierta de la semilla para permitir la emergencia del tallo y las raíces durante la germinación.
7	c	Las citoquininas regulan la división celular y la organogénesis (formación de órganos) y también juegan un papel en la senescencia de las hojas.
8	b	El etileno es un gas que contribuye a la maduración de los frutos.
9	b	Esta hormona vegetal es responsable de la maduración y ablandamiento de los frutos, así como de la senescencia de las hojas y la caída de los pétalos de las flores.
10	b	Los frutos climatéricos, como los tomates y plátanos, continúan madurando después de ser recolectados debido a la producción de etileno.

[Ir a la autoevaluación](#)

## Autoevaluación 5

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	Estas plantas se cultivan principalmente por sus partes comestibles, como las hojas, tallos, raíces, flores o frutos, y su ciclo de vida puede ser anual (completando su ciclo en un año) o perenne (durando varios años).
2	c	Las hortalizas suelen tener ciclos de producción relativamente cortos comparados con otros cultivos.
3	b	Estos suelos proporcionan los nutrientes necesarios y retienen suficiente humedad para el crecimiento óptimo de las plantas.
4	c	Este tipo de cultivo utiliza técnicas avanzadas para maximizar la producción en espacios reducidos, optimizando el uso de recursos como el agua, fertilizantes y espacio físico.
5	c	La reproducción sexual en las hortalizas implica la formación de semillas a partir de la fertilización de las flores, las cuales tienen el 50 % de la carga genética de cada parente. Estas semillas se utilizan para cultivar nuevas plantas.
6	a	La altura de ubicación de un sector (metros sobre el nivel del mar) determinarán qué tipos de hortalizas se pueden producir – a mayores altitudes, menores temperaturas y viceversa–.
7	c	El agua es esencial para el crecimiento de las hortalizas. La disponibilidad de una fuente de agua confiable y suficiente es crucial para la viabilidad del cultivo.
8	c	Los porcentajes de germinación de un cultivo deben ser superiores al 90 %, para que la rentabilidad sea buena.
9	b	Las principales labores culturales que se deben dar a un cultivo de hortalizas son: control de maleza, control de plagas y enfermedades, aporque, riego, podas, cosecha y postcosecha.
10	c	$DS = (5\ 000\ m^2)/(0,25\ m \times 0,20\ m) = 100\ 000.$

[Ir a la autoevaluación](#)

## Autoevaluación 6

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	Los cereales se cultivan generalmente en grandes áreas de terreno (cultivos extensivos) debido a su demanda global y a la necesidad de producción a gran escala para satisfacer las necesidades alimentarias.
2	b	Los cereales pertenecen a la familia de las gramíneas (Poaceae), que se caracterizan por ser plantas herbáceas con hojas largas y estrechas y flores agrupadas en espigas o panojas.
3	a	El germen de un grano de cereal contiene lípidos, especialmente aceites que son ricos en ácidos grasos insaturados, vitaminas del complejo B y vitamina E, entre otros nutrientes. Estos lípidos son importantes para la nutrición y salud humana.
4	a	Esta parte del grano proporciona fibra dietética, que es beneficiosa para la salud digestiva.
5	b	El arado en la preparación del suelo se debe realizar a una profundidad de 20 a 25 cm (por las raíces de estas plantas).
6	c	En una hectárea de terreno se suele utilizar entre 140 y 190.
7	b	La profundidad a la que se debe sembrar el cereal de manera general es de 3 a 4 cm, con el fin de que su germinación y desarrollo inicial sean correctos.
8	c	Mantener la humedad del maíz en un 13 % es crucial para evitar problemas de moho y deterioro, asegurando una buena calidad durante el almacenamiento.
9	b	El cereal más cultivado a nivel mundial es el maíz. Es uno de los cultivos más importantes debido a su versatilidad y su uso en alimentación humana, animal e industrial.
10	b	Estas son las etapas clave en el ciclo de vida de los cereales. La germinación es el inicio del crecimiento de la semilla, el ahijamiento es la formación de brotes secundarios, el encañado es el alargamiento del tallo, y la maduración es cuando el grano alcanza su estado final de desarrollo.

[Ir a la autoevaluación](#)

## Autoevaluación 7

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c	Las vainas son estructuras que contienen las semillas de las leguminosas, como los frijoles, las habas, los guisantes y las lentejas. Estas vainas protegen y sostienen las semillas dentro de ellas hasta que están maduras y listas para la dispersión.
2	b	Otra característica muy sobresaliente de las leguminosas es la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, lo cual contribuye a la fertilización de los suelos y cultivos (por sus rizobios).
3	b	Estas plantas son conocidas por su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo mediante la simbiosis con bacterias en sus raíces, lo cual las hace valiosas tanto como cultivos como para mejorar la fertilidad del suelo.
4	c	Por lo general, las leguminosas se desarrollan mejor en climas templados-cálidos. Estas plantas prefieren temperaturas moderadas y no extremadamente frías ni extremadamente calurosas para su crecimiento óptimo y producción de semillas.
5	b	Las leguminosas se asocian a menudo con cultivos como el maíz en sistemas de policultivo, ya que su capacidad para fijar nitrógeno beneficia el suelo y las plantas circundantes.
6	c	La distancia de siembra recomendada para las leguminosas de manera general es de 50 cm entre surco, por 40 cm entre plantas.
7	a	Este alto contenido de proteína hace que las leguminosas sean una fuente importante de proteínas en la dieta humana, especialmente en dietas vegetarianas y veganas.
8	c	Una vaina de arveja se puede encontrar entre 3 y 12 granos o semillas.
9	c	El cultivo de haba puede alcanzar alturas de hasta 1,60 metros, aunque esto puede variar dependiendo de las condiciones de crecimiento y la variedad específica.
10	b	La arveja generalmente se cosecha entre 12 y 14 semanas después de la siembra, cuando las vainas han alcanzado su tamaño máximo, pero antes de que las semillas se endurezcan demasiado.

[Ir a la autoevaluación](#)

## Autoevaluación 8

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c	Esto significa que las plantas frutales, una vez establecidas, producen frutas año tras año sin necesidad de ser replantadas anualmente, como ocurre con los cultivos de ciclo corto o anual.
2	c	Estas etapas reflejan el ciclo de vida y producción de un árbol frutal desde su establecimiento inicial hasta su eventual declive.
3	b	Las necesidades para que se desarrolle un cultivo de manzano son las de climas templados, por lo cual la región Sierra es la que se destaca por la producción de este cultivo.
4	a	El marco de siembra de tresbolillos utiliza un patrón triangular para distribuir las plantas, optimizando el uso del espacio y permitiendo un mejor desarrollo de las plantas en comparación con un patrón rectangular o cuadrado.
5	c	La densidad de siembra se refiere a la cantidad de plantas por hectárea. Una densidad alta o densa puede significar entre 800 y 2500 plantas por hectárea, lo que permite una mayor producción por área, pero también puede aumentar la competencia entre las plantas por recursos.
6	a	El injerto es una técnica de propagación en la que se une una parte de una planta (injerto) a otra planta (patrón) para combinar las características deseadas de ambas. Este proceso es fundamental para mejorar la calidad y productividad de los cultivos frutales.
7	c	Este tipo de poda se realiza principalmente en árboles y arbustos para eliminar ramas viejas, enfermas o dañadas, así como para renovar la estructura de la planta.
8	c	Una planta injertada mantendrá las características del injerto, por ejemplo, sus características de resistencia a plagas y enfermedades.
9	a	La altura de poda del tallo o tronco (poda de formación) en un árbol frutal es de 0,3 a 1 m de alto, pero la mayoría opta por 1 m.
10	c	La etapa de plena producción de un árbol frutal es extensa, mayor a 12 años, que indican que en esta etapa se podría extender entre 20 y 30 años con un buen manejo.

[Ir a la autoevaluación](#)

## Autoevaluación 9

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	Estos cultivos se realizan específicamente para ser utilizados como alimento para el ganado y otros animales de granja, proporcionando nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo.
2	a	Los forrajes o pastos se clasifican en pasturas temporales (pastos de corte) y permanentes (praderas naturales).
3	c	El manejo técnico de las pasturas busca mejorar tanto la calidad como la cantidad del forraje disponible. Un buen manejo asegura pastos nutritivos y en cantidad suficiente para el consumo animal.
4	a	Un animal bovino adulto consume su 10 % de peso.
5	c	Una vaca adulta de 300 kg de peso consumirá el 10 % de su peso, por lo tanto, en este caso 30 kg de forraje verde.
6	b	El pasto <i>King grass</i> contiene valores de entre 8 a un 10 % de proteína. Este tipo de pasto es valorado en la producción ganadera debido a su calidad nutricional para el ganado.
7	b	El pasto <i>King grass</i> se cosecha o corta en períodos de aproximadamente 60 días, en el que logra cantidades adecuadas de crecimiento y proteína.
8	b	Este periodo es crucial para determinar cuándo es mejor momento para pastorear o cosechar pasto destinado al consumo animal, ya que en este intervalo su valor nutricional es óptimo.
9	b	Lo ideal en sistemas de producción bovina es tener división de potreros, para hacer que las pasturas descansen y tengan mejor producción.
10	a	El trébol es conocido por su capacidad de regeneración y resistencia, lo que lo hace adecuado para áreas donde los animales pastorean intensamente.

[Ir a la autoevaluación](#)

## Autoevaluación 10

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c	Estos túneles proporcionan un ambiente controlado que protege a los cultivos de condiciones climáticas adversas, insectos y otras plagas, permitiendo así un mejor control del ambiente de cultivo y optimizando las condiciones para el crecimiento de las plantas.
2	a	Una de las ventajas de producir con protección o en invernaderos es que se puede obtener características climáticas adecuadas para un cultivo, por lo que su producción puede darse en cualquier temporada.
3	b	Una desventaja de los cultivos protegidos es el alto costo inicial, debido a la inversión en la estructura y sistemas de riego.
4	c	El tipo de invernaderos más construidos y utilizados son los de capilla simple y doble capilla.
5	b	Los cultivos hidropónicos se dan sin el uso de suelos; estos se dan con el uso de sustratos minerales u orgánicos y soluciones nutritivas.
6	b	La producción hidropónica ofrece varias ventajas, siendo el ahorro de agua una de las más destacadas debido a la recirculación de soluciones nutritivas. El costo inicial puede ser alto y el uso de mano de obra calificada suele ser necesario para manejar el sistema.
7	b	El sistema NTF (Nutrient Film Technique) se basa en la recirculación de una fina película de solución nutritiva que circula sobre las raíces de las plantas. No utiliza sustratos sólidos en su proceso.
8	c	Los sistemas a raíz flotante son sistemas en los cuales las raíces de las plantas se encuentran siempre en contacto con las soluciones nutritivas oxigenadas.
9	a	La aeroponía consiste en suspender las plantas y, por tanto, las raíces en cámaras a las cuales se les rocía con soluciones.
10	b	El forraje verde hidropónico es el resultado de la germinación de las semillas de cereales, tales como el trigo, maíz, cebada, entre otros.

[Ir a la autoevaluación](#)



## 5. Referencias bibliográficas

ACOR.(s/f). Cereales de invierno: etapas del desarrollo [Imagen].

Abadía, B., y Bartosik, R. (2013). Manual en buenas prácticas en poscosecha de granos: hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria. Ministerio de Agricultura y Pesca. INTA [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_manual\\_de\\_buenas\\_practicas\\_en\\_poscosecha\\_de\\_granos\\_region\\_48-2.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_buenas_practicas_en_poscosecha_de_granos_region_48-2.pdf)

Agromaster (s/f). 5 técnicas en injerto de aguacate para mejorar la producción. [Imagen].

Alegría, W. (2016). Texto básico para profesional en ingeniería forestal. En el área de fisiología vegetal. FCF-Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Alvarado, A. (s/f). Producción y desarrollo vegetal. Monografías.com. <https://www.monografias.com/trabajos100/reproduccion-y-desarrollo-vegetal/reproduccion-y-desarrollo-vegetal>

Ángel, J. (s/f). Etapas de la siembra de maíz. TvAgro [Video]. YouTube. <https://youtu.be/Rhtw5LW2gfQ>

Almanza-Merchán, P. J.; Aranda, Y.; Álvarez, J. G., y Fischer, G. (2012). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá Produmedios. [https://www.researchgate.net/profile/Gerhard\\_Fischer-2/publication/257972716\\_Introduccion\\_Manual\\_para\\_el\\_cultivo\\_de\\_fruitales\\_en\\_el\\_tropico/links/5794cee608aec89db7a2ca5f/Introduccion-Manual-para-el-cultivo-de-frutales-en-el-tropico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer-2/publication/257972716_Introduccion_Manual_para_el_cultivo_de_fruitales_en_el_tropico/links/5794cee608aec89db7a2ca5f/Introduccion-Manual-para-el-cultivo-de-frutales-en-el-tropico.pdf)

Agusti, M. (2007). Fruticultura. Mundiprensa.

Bonifaz, N.; León, R., y Gutiérrez, F. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador: siembra y producción de pastos. Universidad Politécnica Salesiana. <http://www.fao.org/climatechange/25223-08c865ca4368286d31456d14c23cdf77f.pdf>



Calero, A. (2013). Los frutos y sus agentes de crecimiento. [https://www.planetahuerto.es/revista/los-frutos-y-sus-agentes-de-crecimiento\\_00299](https://www.planetahuerto.es/revista/los-frutos-y-sus-agentes-de-crecimiento_00299)



Capa Mora, E.D. (2015). Efecto de la fertilización orgánica y mineral en las propiedades del suelo: la emisión de los principales gases de efecto invernadero y en las diferentes fases fenológicas del cultivo de café (*Coffea arabica* L.). [Memoria doctoral, Universidad Politécnica de Madrid].



Clipartmax. (s/f). Window Farms es un sistema hidropónico vertical que [ sic] Hydroponic Garden [Imagen]. [https://www.clipartmax.com/middle/m2i8G6H7H7N4A0Z5\\_window-farms-es-un-sistema-hidrop%C3%B3nico-vertical-que-hydroponic-garden-for-window/](https://www.clipartmax.com/middle/m2i8G6H7H7N4A0Z5_window-farms-es-un-sistema-hidrop%C3%B3nico-vertical-que-hydroponic-garden-for-window/)



CODINAN. (2022). Día nacional de la enfermedad celíaca. <https://codinan.org/dia-nacional-de-la-enfermedad-celiaca/>



ComeJardin (17 de nov. 2018). Macro y micronutrientes para nuestras plantas [N-P-K]. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/PBmI7iKcRa4>

Courtis, A. (2014). Crecimiento y desarrollo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Gu%C3%ADa%20de%20Estudio-Crecimientoydesarrollo.pdf>

CultivoHidropónico.info. (s/f). Sistema hidropónico de raíz flotante. [Imagen].

Curtis, H. (1997). Invitación a la biología. Editorial Médica.

Díaz, D. (2018). Curiosidades y técnicas para mantener tu planta adenium o flor del desierto: Hormonas vegetales. Gardena Deniums. <https://gardenadeniums.blogspot.com/2018/08/hormonas-vegetales.html>



Dirección General de Formación Profesional. (). Manual del protagonista: Cultivo de frutales. Instituto Nacional de Tecnología. <https://www.tecnacional.edu.ni/documentos/manual-cultivod-frutales/>



Dixon, J., y Gulliver, A. (2001). Sistemas de producción agropecuaria y pobreza: cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante. FAO.



Durán, F. (2011). Pastos y forrajes para ganado. Grupo Latino Editores. EcuRed (s/f). Injerto. [Imagen]. <http://www.ecured.cu/Injerto>



El Holandés Picante. (s/f). Guía aeropónica para principiantes. <https://elholandespicante.com/guia-de-aeroponria-para-principiantes/>



FAO.(2016). Legumbres: semillas nutritivas para un futuro sostenible. <http://www.fao.org/3/a-i5528s.pdf>

FAO.(s/f). Estructuras, materiales y equipos de producción. <http://www.fao.org/3/s8630s/s8630s05.htm>

Flores, P. (2006). Invernaderos: construcción y manejo. RIPALME E.I.R.L.  
Gómez, F. (s/f). El ciclo de los cereales: periodos y fases de desarrollo.

Periodo de maduración. Universidad Politécnica de Valencia. YouTube. <https://youtu.be/QQ5Y2SKvKo8>

INCAP/POS. (s/f). Cereales y sus productos: selección, preparación y conservación de alimentos. Módulo II.

Kirkby, E. A., y Mengel, K. (2000). Principios de nutrición vegetal. Instituto Internacional de la Potasa. 4.<sup>a</sup> edición, 1.<sup>a</sup> en español. <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/64-principios-de-nutricion-vegetal.pdf>



Lesur, L. (2007). Manual de horticultura: una guía paso a paso (p. 80). Tri Ilas.



López, J. (2000). Pos cosecha de frutas y hortalizas: proyecto fortalecimiento y capacitación técnico empresarial para cuatro microempresas agroindustriales del Municipio de Granada. Municipio de Granada.



Lozano, T. (2003). Producción certificada de hortalizas de clima frío. Fundación Universidad de Bogotá.



Margulis, L., y Sagan, D. (s/f). El proceso de nutrición en las plantas (pp. 242- 258). <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448180895.pdf>



Mateo-Box, J. M. (2005). Prontuario de agricultura: cultivos agrícolas. (pp. 976). Mundiprensa.

Morales. (s/f). Introducción a la producción de cultivos. Módulo 5: Los injertos SlideShare. [Imagen]. <https://es.slideshare.net/Prof.Jlrizarry/modulo-5-injertos-45173271>

Morgado, A. (30 mar. 2016). Movimiento y absorción, de agua y solutos. [ Video]. YouTube. <https://youtu.be/iLBbhmlYIM>

Ocampo, N. (2014). Fotosíntesis: sistema de universidad virtual. [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Lectura/bachillerato/documentos/2014/LECT110.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/bachillerato/documentos/2014/LECT110.pdf)

Ortiz, R. (2012). El cambio climático y la producción agrícola. Unidad de Salvaguardias Ambientales (VPS/ESG). Notas técnicas # ESG-TN-382. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Economia-Desarrollo/99.pdf>

Osca, M. J. (2007). Cultivos herbáceos extensivos: cereales. Universidad Politécnica de Valencia.

Paneleros Vencedores. (s/f). Sistemas de producción vegetal: concepto, caracterización, tipos, componentes y relaciones. <https://sites.google.com/site/vencedorespaneleros/sistema-de-produccion-vegetal>

Parlamento Científico de Jóvenes. (2019). Clasificación de los sistemas de producción. <https://parlamentocientificodejovenes.wordpress.com/clasificacion-de-los-sistemas-de-produccion-agricola/>

Peñaranda, I. (s/f). Absorción edáfica. Nutrición vía raíz: interceptación radicular, difusión, flujo de masas. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/r-DldziDB8Y>

Percy, C. (2015). Cultivo de pastos. Manual de Pastos Cultivados (en línea). (Swisscontact, IT). [https://www.academia.edu/36422151/CULTIVO\\_DE\\_PASTOS\\_Manual\\_de\\_Pastos\\_Cultivados](https://www.academia.edu/36422151/CULTIVO_DE_PASTOS_Manual_de_Pastos_Cultivados)

Poletti, A. (05 de mayo de 2018). Legumbres: todo lo que hay que saber antes de sembrar. TvAgro. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/yT0OKOYZkr4>

Profe en c@sa. (29 de agosto 2013). Fotosíntesis. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/vBGGVU2DIDo>

Restrepo, A. (s/f). Cómo cultivar hortalizas. TvAgro. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/uTR4YTfsxE>

Rodríguez, C. (2013). La historia de la agricultura origen. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/e0yloWZF95A>

Rua, M. (2010). El arte de saber saltar en PVR. [Figura]. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/rotacion-de-potreros-implementando-la-tecnica-prv-t28423.htm>

Secretaría de Agroindustria. (2015). Manual de buenas prácticas (BPA) para legumbres. Ministerio de Producción y Trabajo.

Silva, V. M. (2017). Manual para el productor: manual del cultivo de hortalizas. Vol. (179). VCDI-UNODC. Jatum Sachia. [https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM\\_Manual\\_de\\_cultivo\\_de\\_hortalizas.pdf](https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf)

Torcor XXII. (s/f). Hortalizas: definición y clasificaciones. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/B1V0KIJNYgk>

Universidad Politécnica de Madrid. (Noviembre 2015). Práctica de germinación y dormición de semillas. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/s-FMH-Df2nY>

Urrestarazu, M. (2004). Tratado de cultivo sin suelo. Mundiprensa. Yuste Pérez, M. P. (2007). Biblioteca de la Agricultura. [https://www.researchgate.net/publication/259286675\\_Tratado\\_de\\_cultivo\\_sin\\_suelo](https://www.researchgate.net/publication/259286675_Tratado_de_cultivo_sin_suelo)