

SERIES TÉCNICAS:

Producción de hortalizas  
para la República de Guinea Ecuatorial

**Número 1**

## **Introducción a la producción de hortalizas**

*Gabriel Saavedra Del Real, Ing. Agrónomo PhD, Consultor*

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la FAO.

ISBN 978-92-5-307469-3

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de tarifas. Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la FAO y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a: [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org), o por escrito al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en materia de Publicaciones, Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia).

## TABLA DE CONTENIDO

5	PREAMBULO
7	IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE HORTALIZAS
7	POBLACIÓN AGRÍCOLA
8	PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) AGRÍCOLA
10	USO DE RECURSOS NATURALES
13	USO DE SUELOS
14	CONSUMO DE HORTALIZAS Y SALUD
16	SEMILLAS
21	ESTRUCTURA DE LAS SEMILLAS
21	Testa
22	Endosperma
23	Embrión
24	TIPOS DE SEMILLAS
25	GERMINACIÓN DE SEMILLAS
29	TIPOS DE GERMINACIÓN Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS
29	Germinación epigea
30	Germinación hipogea
31	DORMANCIA Y CONTROL DE GERMINACIÓN
32	Tipos de dormancia

<b>32</b>	<b>CONSERVACIÓN DE SEMILLAS</b>
<b>33</b>	Condiciones ambientales
<b>34</b>	Condiciones sanitarias
<b>34</b>	Envases de almacenamiento
<b>35</b>	Efectos de la humedad y la temperatura en la conservación de semillas
<b>36</b>	<b>PRODUCCIÓN DE SEMILLAS EN PEQUEÑAS SUPERFICIES</b>
<b>38</b>	Tipos de polinización
<b>39</b>	Aislamiento
<b>40</b>	Selección de plantas para semilla
<b>42</b>	Manejo del semillero
<b>43</b>	Cosecha y limpieza de semillas

## PREAMBULO

Uno de los objetivos estratégicos del desarrollo económico y social de Guinea Ecuatorial para el 2020 es promover una agricultura moderna y , garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones y favorecer la emergencia de un nuevo marco de vida en medio rural. Entre los sectores agrícolas más importantes para la realización de este objetivo figura el desarrollo de la horticultura que no sólo contribuirá a la seguridad alimentaria y nutricional, sino también a luchar contra la pobreza para la generación de ingresos. Con sus suelos ricos, la disponibilidad de las tierras y una abundancia de recursos hídricos, las condiciones son favorables para el desarrollo de la horticultura. Es en esta perspectiva y, con vistas a cubrir las necesidades crecientes de las poblaciones en las zonas urbanas en verduras frescas y reducir la importación de éstos, que el Gobierno de Guinea Ecuatorial solicitó el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para desarrollar el sector hortícola en el país, a través del proyecto TCP / EQG/3301 “Asistencia para el fortalecimiento del sector hortícola” cuyo periodo de ejecución abarca desde septiembre del 2010 a Diciembre del 2012, dichas actividades se realizaron íntegramente en la Isla de Bioko.

Una de las actividades principales del proyecto fue el fortalecimiento de las capacidades de los beneficiarios (productores, técnicos del Ministerio de Agricultura y Bosques y estudiantes) a través de la formación sobre las técnicas de producción de hortalizas. Durante las sesiones de formación, surgió la necesidad de confeccionar documentos técnicos que podrán servir de referencia y guía para los distintos utilizadores. Por ello, se ha confeccionado este manual, el primero de la “Serie Técnica” de la Oficina Subregional de la FAO para África Central (SFC) titulada “Producción de Hortalizas para la Republica de Guinea Ecuatorial: Introducción a la Producción de Hortalizas”. Este manual, ha sido elaborado

por el Dr. Jorge Saavedra Del Real, asesor internacional e investigador en mejora de las plantas en el Instituto de investigaciones agrícolas (Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA), La Platina, Chile. La supervisión de la producción estuvo garantizada por el Dr. Athman Mravili, Representante de la FAO en Guinea Ecuatorial y la coordinación técnica por el Sr. Sankung B. Sagnia, funcionario encargado de la producción y la protección de las plantas en la Oficina Subregional de la FAO para África Central.

**Dr. Lamourdia Thiombiano**

*Coordinador de la Oficina Subregional  
de la FAO para África Central*

## IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE HORTALIZAS

---

Las hortalizas son una fuente fundamental de fibra, vitaminas y minerales en la alimentación humana. El aumento de la esperanza de vida, la preocupación por las enfermedades crónicas y terminales, así como la disminución de los gastos en salud por parte de los estados han promovido mejoras en la calidad de la alimentación para la prevención de la salud. Factores como las dietas balanceadas, el consumo de fibra, las mejoras en la calidad de vida y los cambios en el concepto de alimentación han elevado el consumo de hortalizas, tanto frescas como procesadas.

Muchos países, como el Japón, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y Chile, han realizado campañas para estimular el consumo de verduras, promoviendo dietas de cinco frutas o verduras diferentes al día y, aún más, promoviendo que estos cinco vegetales sean de diferentes colores.

En el caso de Guinea Ecuatorial, el Ministerio de Agricultura y Bosques, en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), está desarrollando un plan de trabajo para mejorar las condiciones de producción y calidad de las hortalizas producidas en el país. Para ello, han hecho venir a expertos internacionales para que asesoren a los técnicos locales y para realizar la difusión de técnicas más avanzadas en la producción de hortalizas. Una de las labores es la publicación de este material didáctico, que servirá de guía para la producción del futuro.

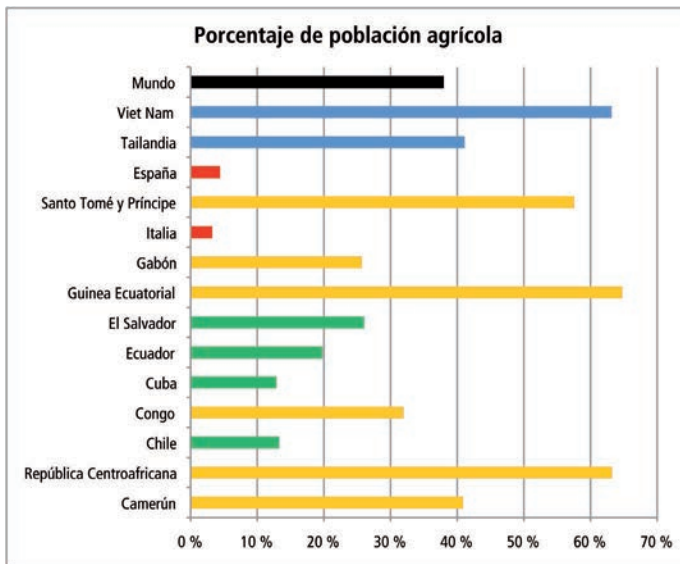
## POBLACIÓN AGRÍCOLA

---

La población agrícola varía mucho según los países y su nivel de vida. En continentes como África, el número de personas dependientes de la agricultura como medio de vida es elevado, mientras que en Europa cada vez es menor (véase la Figura 1). En promedio, el 38 % de la población mundial está ligada a la agricultura y Guinea Ecuatorial no es

ninguna excepción; aproximadamente el 65 % de la población es agrícola o dependiente de la producción agrícola para su autosubsistencia.

**Figura 1.** Porcentaje de población agrícola en diferentes países. Fuente: FAO, 2010.



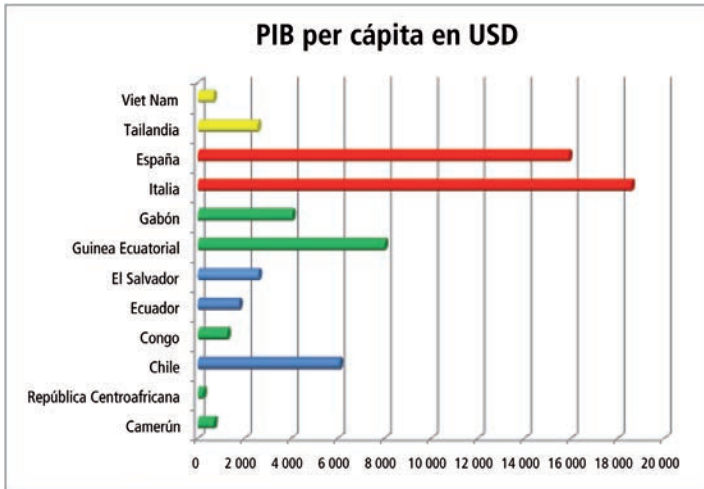
Es muy similar, comparativamente, con otros países de la región de África Central, como la República Centroafricana, el Camerún y Santo Tomé y Príncipe.

## PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) AGRÍCOLA

En la Figura 2 se presenta el producto interno bruto per cápita de varios países con fuerte actividad agrícola. La posición de Guinea Ecuatorial confirma sus altos ingresos, superiores incluso a los de Chile (país con unas tasas de crecimiento bastante interesantes en América); sin embargo, esto se debe principalmente a la explotación de hidrocarburos. Los países europeos se diferencian claramente con unos ingresos per cápita de alrededor de 15 000 USD anuales.

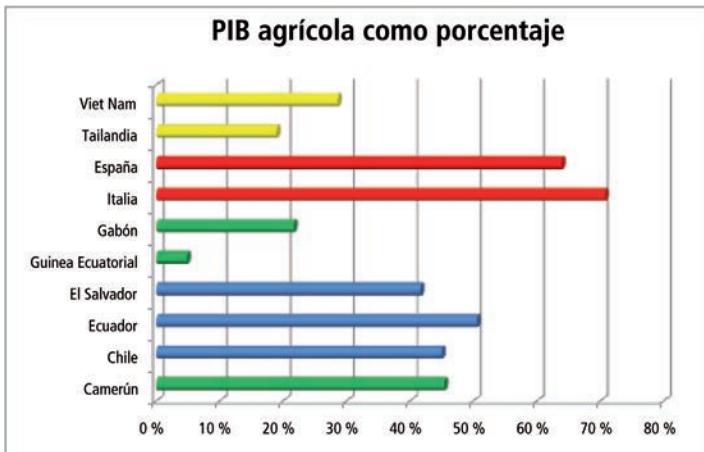


**Figura 2.** Producto interno bruto de varios países en USD per cápita al año. Fuente: FAO, 2010.



Sin embargo, en la Figura 3, donde se presenta el PIB agrícola como porcentaje del PIB total de cada país, podemos observar que se producen varios cambios en las columnas.

**Figura 3.** Producto interno bruto agrícola como porcentaje del PIB total de varios países. Fuente: FAO, 2010.



Este gráfico muestra países europeos, como Italia y España, con una alta participación de la agricultura en el PIB total y que, a pesar de ser muy industrializados, aún tienen grandes producciones agrícolas y son grandes exportadores de alimentos. Por otra parte, se observan algunos países emergentes de Asia, África y América con porcentajes de participación de entre un 30 y un 50 %. El Camerún, por ejemplo, cuenta con un 45 % de ingresos agrícolas, mientras que Guinea Ecuatorial tiene un valor muy bajo debido a que sus ingresos provienen de negocios del sector energético. Este resultado indica que la participación comercial de la agricultura de Guinea Ecuatorial en los ingresos de la población es muy baja. Por ello, es necesario incrementarla para lograr terminar con su dependencia hacia otros países a la hora de garantizar la alimentación de la población.

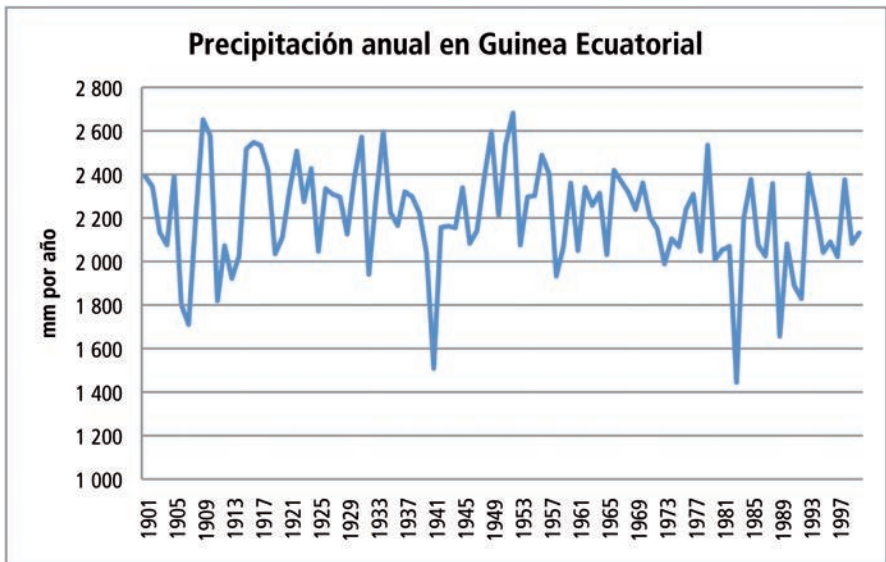
## USO DE RECURSOS NATURALES

---

Para este caso se realizó un análisis comparativo de Guinea Ecuatorial con algunos de sus vecinos pertenecientes a la Comunidad Económica de los Estados del África Central (CEEAC). La precipitación anual del país se presenta en la Figura 4; estos valores son muy importantes para determinar el abastecimiento de agua durante el año para sus diferentes usos. En el gráfico se observa que ha habido variaciones históricas en las precipitaciones, desde 1 700 hasta 2 500 mm al año, con un promedio aproximado de 2 200 mm. Con estas cifras, Guinea Ecuatorial se encuentra dentro de los países con mayores precipitaciones en el mundo, superado solo por Indonesia (2 700 mm/año), Brunei Darussalam (3 000 mm/año) y Papua Nueva Guinea (3 100 mm/año). Según esto, el país cuenta con un abastecimiento anual de agua suficiente para sus diferentes usos; no obstante, al tratarse de un promedio general anual, no se identifica la pluviometría durante la temporada seca ni la temporada lluviosa.

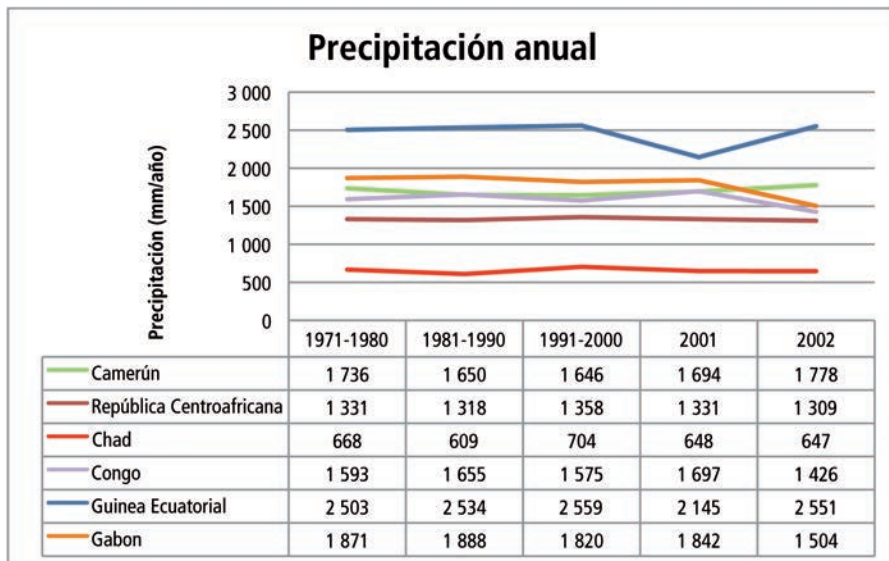
Un elemento importante que no existe en la isla de Bioko son los acumuladores de agua para utilizarla durante la temporada seca. Estos reservorios, estratégicamente distribuidos, podrían contribuir y mejorar la eficiencia productiva de todo tipo de cultivos en el país, garantizando así tanto el agua para riego como para su consumo cualitativo por parte de la población.

**Figura 4.** Precipitación anual (mm/año) histórica de Guinea Ecuatorial desde 1901 hasta el año 2000. Fuente: Tyndall Centre ([www.tyndall.ac.uk](http://www.tyndall.ac.uk)).



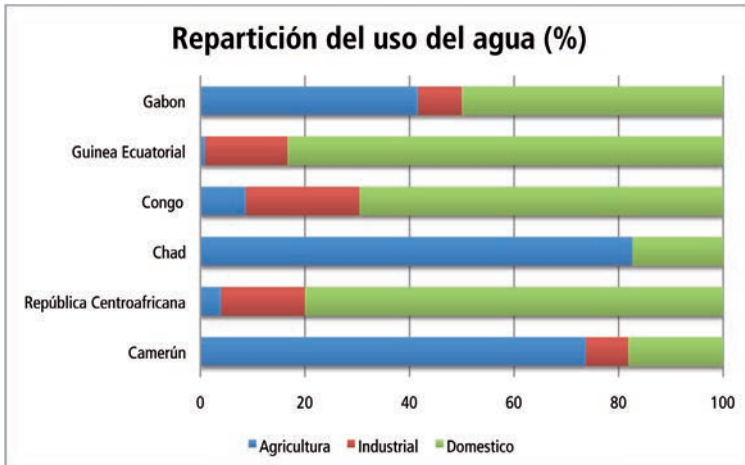
Si se comparan las precipitaciones con otros países vecinos (véase la Figura 5), se observa que las precipitaciones anuales en Guinea Ecuatorial superan ampliamente las del resto de países de la comunidad, triplicando a las del Chad y siendo un 66 % mayores que en el Gabón. Estas cifras indican que las precipitaciones locales son muy específicas de la región, probablemente incrementadas por las precipitaciones en la isla de Bioko.

**Figura 5.** Precipitación anual media (mm/año) en los países de la Comunidad Económica de los Estados de África Central durante 30 años. Fuente: FAO, 2010.



En cuanto al uso del agua en los diferentes países de la CEEAC (véase la Figura 6), se observa que la mayor cantidad de agua utilizada en Guinea Ecuatorial se concentra en el uso doméstico, con un porcentaje muy bajo dedicado a la agricultura, a diferencia de países como el Chad y el Camerún, donde la mayor concentración del agua utilizada se da en la agricultura. Estas cifras indican el escaso valor de la agricultura en Guinea Ecuatorial; el uso agrícola es prácticamente nulo y, como es sabido, no hay infraestructuras de riego (como reservorios o canales conductores de agua). Si se creara una infraestructura de riego, el país podría elevar su producción agrícola a niveles muy superiores, permitiendo el cultivo de hortalizas y otras especies durante todo el año, lo que está limitado por la falta de agua durante la temporada seca y el exceso de precipitaciones en la temporada lluviosa. Estos problemas podrían solucionarse introduciendo y aplicando tecnologías apropiadas de producción actuales, por lo que no es un problema mayor.

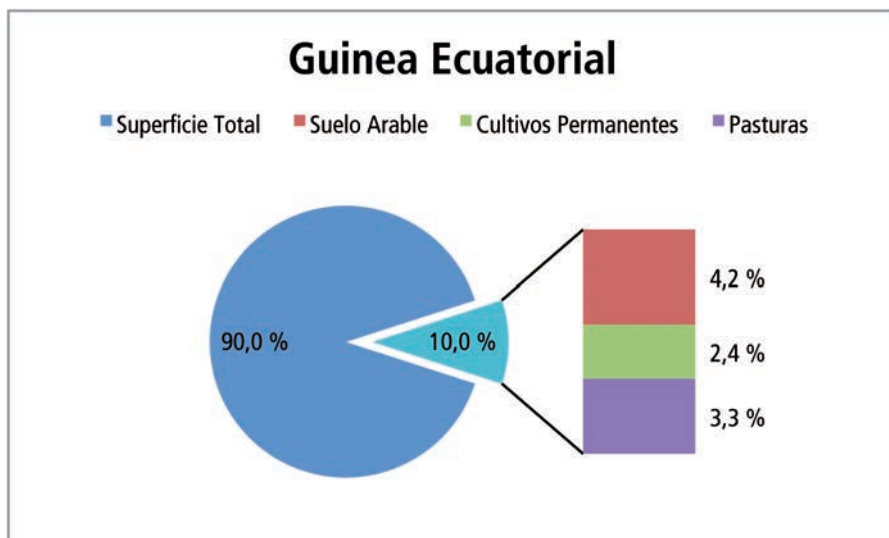
**Figura 6.** Uso del agua en diferentes países de África Central. Fuente: FAO, 2010.



## USO DE SUELOS

La República de Guinea Ecuatorial posee 2 850 000 hectáreas de superficie territorial total (véase la Figura 7) de las que solo el 10 % está destinada a uso agrícola. Cuenta con 131 000 hectáreas de suelo arable, lo que representa el 4 % de la superficie; los cultivos permanentes, como frutales, palmas y otros, alcanzan el 3 % (75 000 hectáreas); y las praderas o pasturas otro 3 % (104 000 hectáreas). Si tenemos en cuenta esta superficie utilizable, la agricultura que podría realizarse en Guinea Ecuatorial debería ser intensiva y de alta productividad para poder explotar esta pequeña superficie. La horticultura cumple con estas características, donde la producción intensiva con una rotación adecuada de cultivos, además de un manejo apropiado de nutrición vegetal y riego, podría ser potenciada y llegar casi al autoabastecimiento nacional de algunas verduras importantes para la población.

**Figura 7.** Distribución del uso del suelo de Guinea Ecuatorial. Fuente: FAO, 2010.



## CONSUMO DE HORTALIZAS Y SALUD

En la actualidad, bajo el concepto de «alimento sano» o «alimento salud» se han acuñado varios términos para definir o clasificar los alimentos. Entre estos se encuentran los alimentos funcionales, en los que una hortaliza cumple con los requisitos por definición. Este término fue propuesto en Japón en la década de 1980 y se define como

«aquellos alimentos, procesados o no procesados, que contienen ingredientes que desempeñan una función específica en las funciones fisiológicas del organismo humano, más allá de su contenido nutricional. O sea, son aquellos que contienen principios químicos beneficiosos para la salud humana que naturalmente ocurren en muchas frutas y hortalizas».

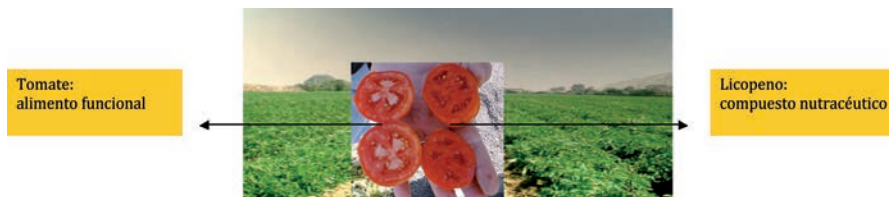
Estos ingredientes se denominan agentes nutracéuticos, fitoquímicos, metabolitos secundarios, etc. Se trata de una serie de nombres que tienen acciones individuales y pueden ser potenciados en el producto que se va a consumir. Son productos nutricionales y farmacéuticos, pero a la vez son alimentos o compuestos que tienen una acción principalmente preventiva, y en ocasiones curativa, similar a un remedio que actúa en el cuerpo humano. Aunque la cantidad en la que se encuentran en los vegetales es muy pequeña, su efecto es muy potente.

Los compuestos químicos secundarios sintetizados por las plantas cumplen funciones no esenciales en ellas, de forma que su ausencia no es fatal para la planta, ya que no intervienen en el metabolismo primario. Los metabolitos secundarios de las plantas intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente. Por lo tanto, se ven siempre afectados por el medioambiente, y su síntesis suele favorecerse cuando la planta sufre algún tipo de estrés.

Estudios recientes han determinado que la mayoría de los fitoquímicos cumplen funciones de defensa contra predadores y patógenos, actúan como agentes alelopáticos (que son liberados para ejercer efectos sobre otras plantas) o para atraer a los polinizadores o a los dispersores de las semillas. El reconocimiento de propiedades biológicas de muchos metabolitos secundarios ha alentado el desarrollo de este campo de estudio (por ejemplo, en la búsqueda de nuevas drogas, antibióticos, insecticidas y herbicidas). Además, la creciente apreciación de los altamente diversos efectos biológicos de los metabolitos secundarios ha conducido a reevaluar las diferentes funciones que desempeñan en las plantas, especialmente en el contexto de las interacciones ecológicas.

Un ejemplo clásico es el tomate como fruto (véase la Figura 8). El tomate puede ser considerado un alimento funcional, pero está compuesto de muchos nutracéuticos o metabolitos secundarios, como vitaminas B y C, beta-carotenos, licopenos, etc.

**Figura 8.** Tomate como alimento funcional y sus nutraceuticos.



Los metabolitos secundarios se pueden agrupar en carotenoides, polifenoles (flavonoides y antocianinas), tocoferoles, vitaminas y glucósidos. Cada una de estas familias de compuestos tiene funciones muy diversas en la planta y en los efectos sobre el organismo humano.

En la Figura 9 se muestran algunas especies hortícolas, su nutraceutico principal y el efecto que este tiene en la salud humana. Sin embargo, se debe considerar que hay más compuestos secundarios presentes en cada hortaliza, los cuales complementan muchas veces las acciones de algunos. El color de las hortalizas está muy ligado a la presencia en mayor cantidad del o de los nutraceuticos correspondientes; este es el caso del tomate, donde el color rojo intenso del fruto está correlacionado con el contenido de licopeno, o de la cebolla, cuyo color morado está relacionado con el contenido de quercetina.








## SEMILLAS

«Semilla» es un vocablo proveniente de la palabra latina **seminilla**, definida comúnmente por la literatura como una parte de la planta que es consecuencia de la floración y usada para la propagación de especies.

Desde un punto de vista estrictamente botánico, las plantas superiores que producen semillas se dividen en **gimnospermas**, cuyas semillas se hallan al descubierto protegidas por diversas piezas accesorias (véase la Figura 10), y **angiospermas**, cuyas semillas se encuentran encerradas en un fruto (véase la Figura 11).



**Figura 9.** Especies hortícolas, su principal metabolito secundario y su efecto en la salud humana.

Especie		Nutracéutico	Efecto
Tomate ( <i>Solanum esculentum</i> L.)		Licopeno (carotenoide)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antioxidante</li> <li>• Reducción de patologías cancerígenas en la próstata, el pulmón y el tracto digestivo</li> <li>• Reducción de colesterol (LDL)</li> </ul>
Picante ( <i>Capsicum annum</i> L.)		Capsaicina (carotenoide)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anticancerígeno</li> <li>• Antineurálgico</li> <li>• Analgésico tópico</li> </ul>
Pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.)		Capsantina (carotenoide)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antioxidante</li> <li>• Anticancerígeno</li> </ul>
Berenjena ( <i>Solanum melongera</i> L.)		Nasunin (antocianina)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antioxidante</li> <li>• Anticolesterol</li> <li>• Disminuye la presión arterial</li> </ul>
Repollo ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )		Glucosinolatos (glucósidos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anticancerígeno</li> <li>• Antitumoral</li> <li>• Elimina <i>Helicobacter pylori</i></li> </ul>
Cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.)		Quercetina (flavonoide)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previene enfermedades cerebrovasculares</li> <li>• Anticancerígeno</li> <li>• Antihistamínico</li> <li>• Antiasmático</li> </ul>
Zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L.)		Beta-carotenos (carotenoide)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activa melanina en la piel</li> <li>• Antioxidante</li> <li>• Estimula sistema inmune</li> <li>• Previene enfermedades cardíacas</li> </ul>

**Figura 10.** Cono y semilla de plantas gimnospermas.



**Figura 11.** Fruto y semilla de planta angiosperma.



La nueva planta formada tras la polinización (reproducción sexual) comienza como un embrión que crece desde el óvulo fecundado dentro de la semilla en desarrollo. Una vez madura, la semilla es el medio por el cual el nuevo individuo se dispersa, aunque con frecuencia la pared del ovario u otros órganos extraflorales permanecen en cercana asociación para formar una unidad de dispersión más compleja, como en pastos y cereales (véase la Figura 12). Por lo tanto, la semilla ocupa un lugar crítico en la historia de la vida de las plantas superiores, ya que provee un mecanismo de alta eficiencia para:

- a) la supervivencia de plantas durante períodos desfavorables para el crecimiento;

- b) la conservación de un abastecimiento de reserva de plantas potenciales en caso de sucesivos períodos desfavorables;
- c) la diseminación de las plantas.

**Figura 12.** Órganos reproductivos y semillas de cereales (de izquierda a derecha): arroz, maíz y sorgo.



Los eventos fisiológicos y bioquímicos que ocurren en la semilla determinan en gran medida el éxito con el que se establece la nueva planta. Para este proceso son fundamentales la respuesta de las semillas al medioambiente y las reservas alimenticias disponibles que contienen para sostener las plantas jóvenes en los primeros estados de desarrollo, antes de transformarse en organismos independientes y autotróficos capacitados para usar la energía luminosa. Sin embargo, en cada fase del crecimiento y desarrollo, el individuo pasa por diferentes tipos de complicaciones:

- d) estrés ambiental, incluyendo variaciones de temperatura, sequía, salinidad, etc.;

- e) competencia con su propia especie y otras especies por espacio, humedad y luz;
- f) predación por pájaros y otros animales;
- g) enfermedades que le afectan, como hongos, bacterias y otros organismos.

Sin embargo, las plantas han logrado sobrevivir con gran éxito debido principalmente a las siguientes características:

- a) sus semillas son más pequeñas que la planta madre;
- b) se reproducen en gran cantidad garantizando la renovación y continuidad de poblaciones de plantas;
- c) pueden ser fácilmente dispersas por diferentes medios, incluyendo al ser humano;
- d) pueden sobrevivir bajo diferentes condiciones ambientales favorables o extremas.

El cultivo de la mayoría de las especies depende de la germinación de la semilla, aunque hay excepciones, como las de reproducción vegetativa. Además, semillas tales como cereales y legumbres son por sí solas fuentes mayores de alimentación, cuya importancia radica en el almacenamiento de proteínas, almidón y aceites de reserva acumulados durante el desarrollo y la maduración.

## ESTRUCTURA DE LAS SEMILLAS

Las semillas son óvulos maduros que se forman en el ovario, el cual se desarrolla para formar el fruto; sin embargo, hay ocasiones en las que otras estructuras, además del ovario, participan en la formación del fruto.

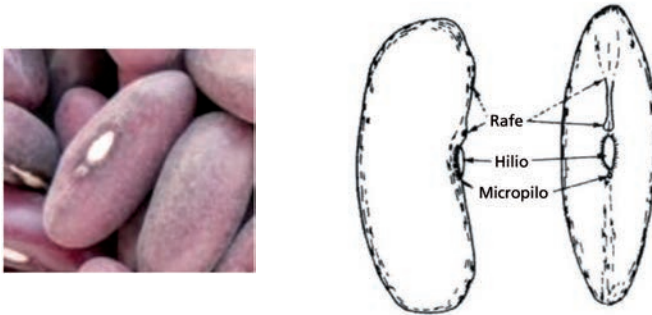
### Testa

Todas las semillas están rodeadas por una cubierta llamada **testa** (véase la Figura 13) que puede tener colores, texturas y apariencias físicas muy distintas según la especie de la que se trate. Generalmente, es dura y está formada por una capa o cutícula interna y una externa, más una o varias capas de tejido grueso que sirven de protección. Estas características le confieren a la testa cierto grado de impermeabilidad al agua y a los gases que le permite ejercer una influencia reguladora sobre el metabolismo y el crecimiento de la semilla. En la testa se puede observar a menudo el micrópilo, en muchas ocasiones asociado con una cicatriz llamada hilio, que marca el punto donde la semilla se separó del tallo (funículo) por medio del cual estaba adherido al fruto (véase la Figura 14).

**Figura 13.** Testas de semillas de diferentes tipos, colores, formas y texturas.



**Figura 14.** Semilla de judía y sus estructuras externas.



En algunas semillas, estas estructuras de la testa están ausentes o existen en una forma rudimentaria solamente, pero lo que en realidad sucede es que se está observando el pericarpio o la cubierta del fruto derivada de la pared del ovario y no la testa, como por ejemplo en el caso de los aquenios como la lechuga (véase la Figura 15), que pertenece a la familia de las compuestas, o de las cariopsis de trigo, cebada y otras gramíneas.

**Figura 15.** Aquenios de lechuga.

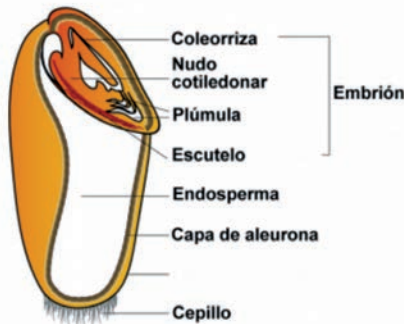


### **Endosperma**

El **endosperma** es tejido nutricional formado en el saco embrionario de las plantas con semilla. Su función es almacenar las reservas alimenticias

de las semillas, aunque no siempre está presente. Es triploide (con tres juegos de cromosomas) y puede utilizarse como fuente de nutrientes para el embrión durante la germinación. Entre las semillas que tienen un endosperma bien desarrollado están las gramíneas (véase la Figura 16), como el arroz o el maíz, y algunas dicotiledóneas, como el repollo. En estos casos, los cotiledones son relativamente pequeños. El endosperma de las gramíneas y de otras especies se caracteriza por presentar una capa externa o aleurona. Tiene paredes gruesas y en su interior se desarrollan los llamados granos de aleurona. Estas células permanecen vivas, a diferencia de las células del endosperma de otros cereales, que se convierten en células muertas empacadas con almidón y algo de proteínas.

**Figura 16.** Semilla de gramínea y sus estructuras.



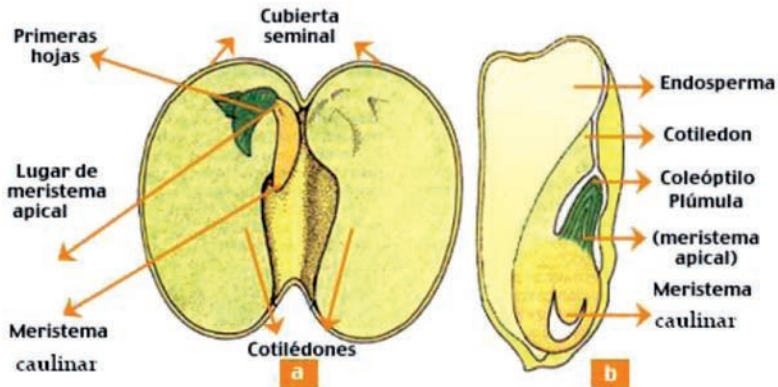
### Embrión

El **embrión** es el origen de la nueva planta. Aquí se diferencian los tejidos y se forman la raíz, las hojas y el tallo. El embrión maduro consiste en un eje embrionario, parecido a un tallo, en cuyo extremo se encuentran uno o dos cotiledones. Estos cotiledones se conocen frecuentemente como las hojas cotiledonares y son las primeras hojas en aparecer, aunque tienen forma y función diferentes de las hojas que aparecerán posteriormente durante la vida de la planta. En ambos extremos del eje embrionario hay meristemas, formados por células con gran capacidad



de reproducción, responsables del crecimiento. Se trata del meristema apical, que da origen a los órganos aéreos (tallos, hojas, flores), y del meristema caulinar, que da origen a los órganos subterráneos (raíces).

**Figura 17.** a) Semilla y embrión de dicotiledónea; b) Semilla y embrión de monocotiledónea.



## TIPOS DE SEMILLAS

Las plantas superiores con flores se dividen en **monocotiledóneas**, aquellas que tienen un solo cotilédón, como sucede en las gramíneas (maíz, sorgo o arroz); y en **dicotiledóneas**, aquellas que tienen dos cotilédones, como sucede en las leguminosas (judía verde), compuestas (lechuga), etc.

Los cotilédones de la mayoría de las plantas dicotiledóneas son carnosos y contienen las sustancias de reserva de las semillas. En algunas dicotiledóneas, y en la mayoría de las monocotiledóneas, las sustancias de reserva están almacenadas en el endosperma, mientras que los



cotiledones, delgados y muy delicados, funcionan como estructuras de absorción. Su función principal radica en absorber el alimento ya digerido en el endosperma y transportarlo a las partes del embrión que están en crecimiento activo (véase la Figura 17).

## GERMINACIÓN DE SEMILLAS

---

La germinación es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula, sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aeróbica y sales minerales.

El embrión de la semilla inicia su formación a partir del momento de la fertilización del óvulo, desarrollándose durante la maduración hasta que su crecimiento se detiene y su contenido de humedad disminuye a un nivel tan bajo (de un 5 a un 10 %) que permite solo una reducida actividad metabólica, y los organelos en el citoplasma son difícilmente reconocibles porque están rodeados por grandes cantidades de material de reserva alimenticia. En estas condiciones, la semilla se encuentra en un estado de quiescencia que corresponde al estado de las semillas que no han germinado por la acción desfavorable de una o más variables ambientales.

El proceso de germinación, que es el reinicio del crecimiento de un embrión paralizado en las fases finales de su maduración, se inicia cuando una semilla seca y viable se embebe con agua y culmina con una serie de reacciones de las cuales resulta finalmente la protrusión o emer-

gencia de la radícula, circunstancia que señala el fin de este proceso. Durante la imbibición, actividades metabólicas como la respiración, la actividad enzimática y de organelos, la síntesis de ARN y proteínas comienzan rápidamente, ya que son actividades celulares fundamentales íntimamente ligadas a la germinación y preparación del crecimiento posterior de la plántula.

Sin embargo, ocurre en muchas especies que las semillas son incapaces de germinar, aunque encuentren condiciones favorables. Esto se debe a que las semillas se encuentran en estado de latencia. Por ello, mientras no se den las condiciones adecuadas para la germinación, la semilla se mantendrá latente durante un tiempo variable, dependiendo de la especie.

Desde un punto de vista puramente fisiológico, la germinación comprende cuatro fases:

- a) imbibición de agua;
- b) elongación de las células;
- c) división celular;
- d) diferenciación de las células en tejidos.

Desde un ángulo fisiológico-bioquímico, se consideran fases del proceso germinativo:

- a) rehidratación (imbibición);
- b) aumento de la respiración;
- c) formación y activación de enzimas;
- d) digestión enzimática de las reservas;
- e) movilización y transporte de las reservas;
- f) asimilación metabólica.
- g) crecimiento y diferenciación de tejidos

Sin embargo, para que ocurra la germinación deben satisfacerse ciertas condiciones:

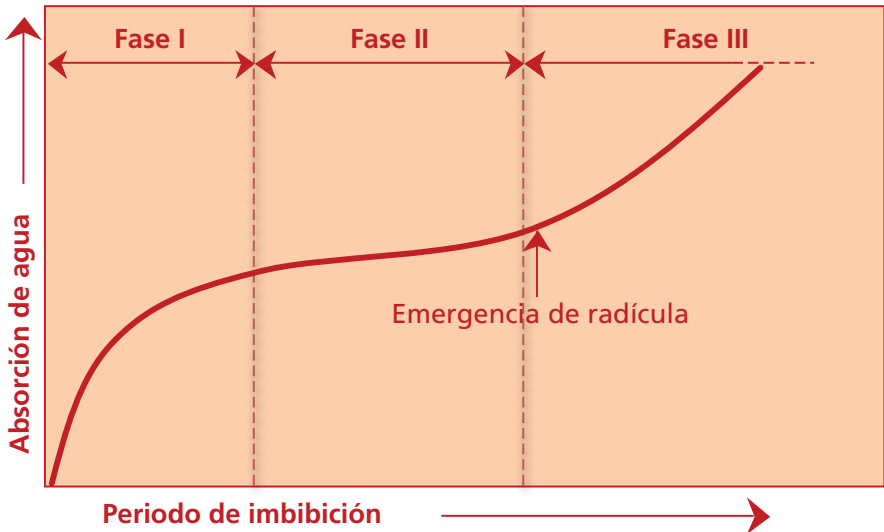
- a) la semilla debe ser viable;
- b) las condiciones internas de la semilla deben ser favorables a la germinación (semilla libre de dormancia);
- c) las condiciones ambientales deben ser favorables (agua, temperatura, oxígeno, luz, etc.);
- d) las condiciones de sanidad deben ser satisfactorias (ausencia de agentes patogénicos).

El proceso de germinación es trifásico, es decir, podemos distinguir tres fases (véase la Figura 18):

- a) **Fase de hidratación:** la absorción de agua es el primer paso de la germinación, sin el cual el proceso no ocurre. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria.
- b) **Fase de germinación:** representa el verdadero proceso de germinación. En ella se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse.
- a) **Fase de crecimiento:** es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula. Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria.

La duración de cada una de estas fases depende de ciertas propiedades de las semillas, como su contenido en compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno. Estas fases también se ven afectadas por las condiciones del medioambiente, como contenido de humedad, características y composición del sustrato, temperatura, etc.

**Figura 18.** Fases del proceso de germinación.



Otro aspecto interesante es la relación de estas fases con el metabolismo de la semilla:

- ◆ La primera fase se produce tanto en semillas vivas como muertas, por lo que es independiente de la actividad metabólica de la semilla. Sin embargo, en las semillas viables, su metabolismo se activa por la hidratación.
- ◆ La segunda fase constituye un período de metabolismo activo previo a la germinación en las semillas viables, o de inicio en las semillas muertas.
- ◆ La tercera fase se produce solo en las semillas que germinan y, obviamente, se asocia a una fuerte actividad metabólica que comprende el inicio del crecimiento de la plántula y la movilización de las reservas.

Por lo tanto, los factores externos que activan el metabolismo (como la temperatura) tienen un efecto estimulante en la última fase.

En las dos primeras fases de la germinación, los procesos son reversibles; a partir de la fase de crecimiento se entra en una situación fisiológica irreversible. La semilla que haya superado la fase de germinación tendrá que pasar a la fase de crecimiento y originar una plántula o, por el contrario, morir.

## TIPOS DE GERMINACIÓN Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS

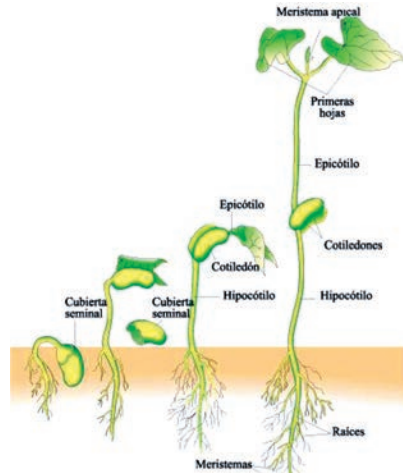
En semillas no dormantes, los cambios fisiológicos y metabólicos que se producen después de la imbibición de agua conducen al desarrollo de la plántula. Este proceso comienza con la emergencia de la radícula, que es el primer órgano que irrumpe a través de las cubiertas seminales. Sin embargo, en otras semillas el crecimiento comienza por el hipocótilo.

Al observar la posición de los cotiledones de las semillas respecto a la superficie del sustrato, estas pueden diferenciarse y clasificarse, según la forma de germinar, en dos tipos de germinación: epigea e hipogeia.

### *Germinación epigea*

En las plántulas denominadas epigeas (véase la Figura 19), los cotiledones emergen del suelo debido a un considerable crecimiento del hipocótilo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posteriormente, en los cotiledones se diferencian cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos y actuando como si fueran hojas. Finalmente comienza el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas). Presentan este tipo de germinación las semillas de cebolla, ricino, judía, lechuga, mostaza blanca, etc.

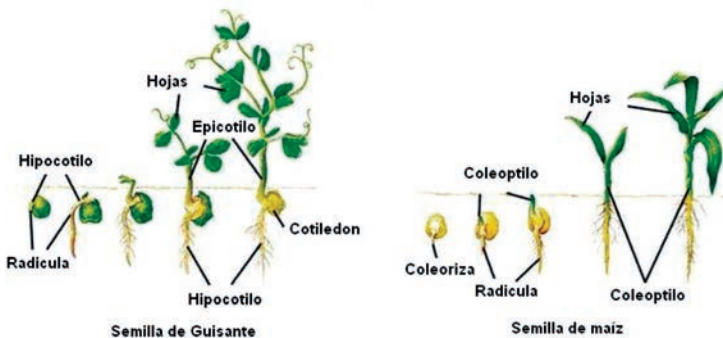
**Figura 19.** Germinación epigea en semilla de judía.



### Germinación hipogea

En las plántulas hipogeas, los cotiledones permanecen enterrados bajo la superficie del suelo; únicamente la plúmula sale a través del suelo. El hipocótilo es muy corto, prácticamente inexistente. Sin embargo, el epicótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son, en este caso, los primeros órganos de la plántula capaces de realizar fotosíntesis (véase la Figura 20). Este tipo de germinación es típico de las semillas de los cereales (arroz, maíz, etc.), guisantes, habas, etc.

**Figura 20.** Germinación hipogea en semillas de guisante y maíz.



## DORMANCIA Y CONTROL DE GERMINACIÓN

---

La dormancia se define como un período en el ciclo biológico de las semillas en que el crecimiento, desarrollo y actividad física se suspenden temporalmente; está muchas veces íntimamente relacionada con las condiciones ambientales. Esto reduce drásticamente la actividad metabólica permitiendo que el organismo conserve energía.

Como se ha mencionado anteriormente, la función de una semilla es establecer una planta nueva, por lo que es muy raro que exista un bloqueo específico a la germinación como la dormancia. Pero puede no ser necesariamente ventajoso que una semilla germine libremente; por ello, la dormancia también ofrece una cantidad de beneficios considerable.

Al parecer, la dormancia evolucionó como un mecanismo de supervivencia de las especies para determinadas condiciones climáticas. En regiones de clima temperado, por ejemplo, la mayor amenaza para la supervivencia es el invierno ya que las semillas maduran en primavera, verano u otoño. Si germinasen inmediatamente, el invierno las sorprendería en un estado vulnerable, es decir, de plántula o planta, y la especie se extinguiría rápidamente. Generalmente, para cualquier tipo de clima, el factor de amenaza a la especie es el mejor método para superar la dormancia. En el caso de clima temperado, por ejemplo, se usa un invierno artificial (estratificación o preenfriamiento). En climas que poseen épocas húmedas alternadas con épocas secas, se usan métodos de secados y altas temperaturas. En el caso de climas desérticos, donde la amenaza a las especies es la escasez de lluvia, se enjuaga la semilla lo suficiente como para remover los inhibidores químicos, que son los causantes de la dormancia.

Otro aspecto de suma importancia es la distribución de la germinación en superficies abiertas debido a la dormancia. En muchos casos, la luz termina el proceso de dormancia, siendo las longitudes de onda más efectivas en la región roja del espectro (por ejemplo, la lechuga). Aquellas semillas que utilizan este mecanismo no germinarán en luz transmitida a través de hojas verdes, ya que es pobre en ondas rojas; lo harán solo cuando no haya restricción por la cubierta de hojas. Así,

la emergencia de la plántula ocurrirá solo en espacios abiertos, libre de competencia. Además, la germinación de este tipo de semillas no ocurre a mucha profundidad del suelo ya que la luz no puede penetrar adecuadamente. Esto es importante para semillas pequeñas, cuyas reservas alimenticias pueden soportar solamente un tiempo limitado del crecimiento de la plántula bajo el suelo.

### ***Tipos de dormancia***

Se dice que las semillas tienen **dormancia primaria** cuando se dispersan desde la planta madre en estado dormante (dormancia innata). En este caso, la dormancia se inicia durante el desarrollo de la semilla. La dormancia puede también inducirse en semillas maduras, no dormantes. Esta es la llamada **dormancia secundaria** (dormancia inducida o forzada) que ocurre cuando las semillas son mantenidas bajo condiciones desfavorables para la germinación, como es el caso de la falta de oxígeno o una temperatura e iluminación inadecuadas.

Los mecanismos que afectan a la semilla para que entren en dormancia son muy variados y dependen mucho de la especie, pero principalmente de dónde evolucionó. El medioambiente desempeña una función fundamental en la adquisición de la dormancia, así como en la ruptura de esta, permitiendo la germinación de la semilla.

## **CONSERVACIÓN DE SEMILLAS**

---

La conservación está muy relacionada con el almacenamiento de las semillas. Para ser sembradas, las semillas deben ser frescas y no haber iniciado el periodo de germinación. El poder germinativo de las semillas depende mucho del estado en el que se encuentran antes de sembrarse. En caso de producir nuestras propias semillas, esto debe ser una de las principales tareas que se deben realizar y de las que tener cuidado.

Sin embargo, cuando compramos semillas, se debe mirar en el envase las fechas de envasado y de caducidad, es decir, la garantizada para poder sembrarse. Muchas semillas pueden germinar bastante tiempo después de esta fecha de caducidad, pero para garantizar



un germinado ideal, no debería guardarse más tiempo que el aconsejado por el vendedor, ya que una disminución en el porcentaje de germinación puede ser desastroso en la siembra comercial de nuestra hortaliza.

Las semillas se deben guardar en un lugar apropiado que garantice su periodo de latencia. Este periodo de latencia es el tiempo en que la semilla permanece deshidratada (anteriormente denominado dormancia primaria). Es necesario un periodo de latencia adecuado para que la semilla se pueda volver a hidratar y pueda iniciar el proceso de germinación.

### **Condiciones ambientales**

En general, la temperatura a la que se guardan todas las semillas debe ser fresca, el ambiente seco y con la menor luz posible. Una temperatura elevada y la presencia de un cierto grado de humedad superior al adecuado para mantener su periodo de latencia pueden desencadenar la germinación en un momento o un lugar no propicios. Algunas condiciones no apropiadas para su almacenamiento (como un alto contenido de humedad) pueden promover la presencia de insectos y microorganismos que producen calentamiento espontáneo. Cuanto mayor sea la temperatura ambiental, menor tendrá que ser el contenido de humedad de la semilla para un buen almacenamiento y conservación de viabilidad. Para la mayoría de las semillas, el contenido adecuado de humedad es menor al 13 %; sin embargo, en climas húmedos, un contenido de humedad de un 9 a un 10 % es el máximo para muchas especies. Las semillas con elevado contenido de humedad y que se conservan a altas temperaturas pierden rápidamente su capacidad de germinación.

Los mismos factores que activan los procesos biológicos de las semillas afectan también a los insectos que infestan las semillas. Dentro de ciertos límites, cuanto más alta sea la temperatura ambiental, más rápido se reproducirán los insectos. Las semillas frías, secas y libres de polvo o granos partidos no ofrecen condiciones favorables para el desarrollo de los insectos.

## **Condiciones sanitarias**

Es importante que las semillas estén libres de hongos o microorganismos. Para ello, cuando se guardan, se deben tratar con insecticidas y/o fungicidas. Se pueden utilizar insecticidas naturales, algunos de los cuales pueden elaborarse fácilmente en casa utilizando hierbas medicinales con propiedades para repeler o eliminar a los insectos.

Otras veces se puede recurrir a productos industriales que tienen como base componentes derivados directamente de plantas. Aunque no son completamente inocuos, su toxicidad es mucho menor. Entre todos ellos, el que más se utiliza es el Bioneem, un insecticida-nematicida que contiene Azadiractina, un producto obtenido del nim o lila de la India (*Azadirachta indica*). Este producto actúa sobre el metabolismo de los insectos impidiéndoles crecer y reproducirse. Actualmente se considera uno de los insecticidas más seguros.

## **Envases de almacenamiento**

El envase donde se guarden las semillas debe ser el apropiado para garantizar que estas tengan la humedad adecuada y mantengan su latencia hasta su siembra (véase la Figura 21). Así, por ejemplo, los envases de plástico aíslan mucho las semillas de la humedad y no serían demasiado recomendables en lugares donde la humedad relativa del aire es muy baja. Por otra parte, en lugares demasiado húmedos y con temperaturas elevadas, como en Guinea Ecuatorial, envasar las semillas en papel podría ser contraproducente, ya que este material absorbe demasiada humedad. Sería recomendable utilizar bolsas de tela o de plástico que permitan la ventilación para el almacenamiento a corto plazo.

El método ideal de almacenamiento para pequeños lotes de semillas, especialmente en el trópico, es empaquetar la semilla una vez bien seca en envases impermeables. Por ejemplo, almacenar cantidades pequeñas de semillas de hortalizas en saquitos de lona con cloruro de calcio, y colocar estos saquitos en jarros de vidrio sellados.

El éxito de una conservación hermética depende de la respiración de la semilla, ya que los insectos y microorganismos consumen

el oxígeno y lo transforman en dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), agua y calor. Cuando la concentración de oxígeno desciende a un 2 % del volumen, los insectos adultos y las larvas mueren. El sistema también tiene la ventaja de evitar el recalentamiento de las semillas o la absorción de la humedad atmosférica, y previene de manera absoluta el ingreso de insectos.

**Figura 21.** Diferentes materiales para el almacenamiento de semillas.



### ***Efectos de la humedad y la temperatura en la conservación de semillas***

El grado de humedad al que se deben guardar las semillas depende tanto de la humedad relativa del aire como de la temperatura. En general, cuando la temperatura es más elevada se requiere una humedad menor, y en lugares más fríos se requerirá una humedad más elevada. En el Cuadro 1 se presenta a modo de ejemplo el grado de humedad y temperatura ambientales ideales en que deben guardarse algunas semillas de hortalizas.

**Cuadro 1.** Porcentaje de humedad ambiental adecuada para la conservación durante un año de semillas de diferentes especies de hortalizas a diferentes temperaturas.

Hortaliza	Temperaturas (°C)		
	4-10°C	21°C	27°C
Apio	13	9	7
Calabaza	11	9	8
Espinaca	13	11	9
Judía	15	11	8
Lechuga	10	7	5
Pepino	10	9	7
Pimiento	10	9	7
Remolacha	14	11	9
Tomate	13	11	9
Zanahoria	13	9	7

## PRODUCCIÓN DE SEMILLAS EN PEQUEÑAS SUPERFICIES

El éxito de los mejoradores de plantas no ha sido siempre favorable para todos los agricultores. Las variedades de alto rendimiento obtenidas a menudo son también variedades que necesitan altos insumos. En la mayoría de los casos se trata de aplicaciones regulares de fertilizantes y otros insumos en grandes cantidades, por lo que no prosperan en suelos pobres o en condiciones adversas.

De hecho, estas restricciones sitúan a las variedades de alto rendimiento fuera del alcance de millones de pequeños agricultores que no pueden pagar el alto precio de las semillas y los fertilizantes. Peor aún,

la mayoría de estos agricultores rechaza las ofertas de los mejoradores de plantas porque simplemente no están diseñadas para sus realidades. No satisfacen, por tanto, las necesidades de los agricultores ni de las condiciones locales.

Aun así, estos agricultores pobres (una gran proporción de los cuales son mujeres) producen el 20 % de los alimentos del planeta. Alrededor de un cuarto de la población mundial depende de estas pequeñas parcelas para obtener sus alimentos.

Los agricultores pobres emplean típicamente técnicas agrícolas mixtas, cultivan granos y vegetales, crían algunos pollos para tener huevos y carne y, si pueden, mantienen algunos animales (cerdos, cabras, una o dos vacas, etc.). Seleccionan y plantan las semillas de sus propios cultivos y las intercambian con sus vecinos o familiares. A veces, las semillas se ofrecen como regalos valiosos. Para muchos es una forma de subsistencia, a menudo complementada por el trabajo fuera de la explotación. Pero en una buena estación puede haber un excedente para llevar al mercado.

Por lo tanto, más que producción de semillas, los pequeños agricultores de hortalizas realizan una conservación del material genético que poseen, desarrollando sistemas de mejora genética tradicional por selección de plantas.

Sin embargo, la clave para incrementar la diversidad biológica y cultural de muchos de los cultivos actuales puede estar en estos pequeños agricultores tradicionales porque, en su simple lucha por la supervivencia, en suelos pobres y con recursos limitados, continúan permitiendo que las variedades evolucionen. Seleccionan tipos de plantas (más que variedades) a partir de sus propias observaciones y según sus necesidades específicas. Las condiciones locales, por ejemplo, pueden ser favorables para una planta más baja y robusta, o el sabor e incluso el color del producto final pueden ser importantes.

El resultado es que, en un grado sorprendente, estos agricultores se han convertido en los custodios de la biodiversidad. Gracias a sus habilidades como mejoradores de plantas (basadas en la experiencia y la

observación más que en el conocimiento científico) mantienen la variación genética esencial para la evolución y adaptación continua de los genotipos vegetales. Además, aportan al proceso una amplia diversidad cultural, expresada en el conocimiento, las lenguas, las prácticas y las formas de organización locales, que son igualmente importantes para conservar la biodiversidad.

### **Tipos de polinización**

El primer conocimiento que necesita un agricultor para la producción de semillas es saber qué tipo de polinización tiene el cultivo. Aquí podemos encontrar tres tipos de polinización (como se observa en el Cuadro 2): las **autopolinizadas** o autógamas, donde el polen de la propia planta poliniza y fecunda al óvulo; las de **polinización cruzada** o alógamas, donde la flor recibe polen de otra planta de la misma especie; y la **polinización mixta**, donde la flor puede recibir polen de la propia planta o bien de otra de la misma especie indiferentemente.

**Cuadro 2.** Tipos de polinización de algunas hortalizas.

Autopolinización	Polinización mixta	Polinización cruzada
Gombo	Apio	Cebolla
Lechuga	Pimiento	Col de la China
Tomate	Picante	Repollo
Berenjena	Pepino	Calabaza

Dentro de la polinización mixta y cruzada, también existen plantas que son polinizadas por insectos, conocidas como entomófilas, o por el viento, las anemófilas (véase el Cuadro 3). Muchas veces, los insectos provocan que plantas de polinización autógrama (autopolinización) se conviertan en alógamas (polinización cruzada) por el polen que llevan de otros cultivos de la misma especie a nuestro cultivo objetivo.

Por esta razón, el cultivo del cual obtendremos semillas debe estar aislado físicamente por barreras o lejos de otros cultivos de la misma especie. Esta distancia dependerá en gran medida del tipo de polinización que tenga la especie hortícola.

**Cuadro 3.** Clasificación de algunas hortalizas según el medio de polinización.

Entomófila	Anemófila
Repollo	Maíz dulce
Cebolla	Espinaca
Zanahoria	
Melón	
Calabaza	
Gombo	

**Aislamiento**

Aislar los cultivos destinados a la producción de semillas es un paso muy importante en el mantenimiento de la pureza varietal y la conservación del patrimonio genético. Muchas especies hortícolas pueden ser polinizadas por parientes silvestres que crecen espontáneamente, como malezas en los alrededores del cultivo, contaminando las plantas que se conservan para obtener semillas. También puede existir contaminación con plantas de la misma especie, pero de distinta variedad.

Sin embargo, en producciones de pequeña escala en Guinea Ecuatorial, es posible aislar fácilmente los cultivos debido a los lugares completamente aislados en los que se producen hortalizas. La mayor preocupación de aislamiento debe ser la contaminación física con otras especies y malezas.

Las recomendaciones de aislamiento para producciones comerciales dependen mucho de las condiciones agroclimáticas de las regiones o países, por lo que cada uno adapta sus distancias, que van desde 300 metros hasta 1 600 para las plantas alógamas y de 10 a 200 metros para las autógamias. También es útil el uso de cortinas vegetales, como árboles o arbustos, ya que muchas veces bloquean el movimiento de polen por el viento, aunque no de los insectos.

### ***Selección de plantas para semilla***

La primera fase que debe cumplir la producción de semillas a pequeña escala, y para conservar el material genético local, es la selección de las plantas que se dejarán para que emitan flores o frutos para producir semillas.

Las plantas que se deben seleccionar tienen que cumplir ciertas características:

- ◆ estar sanas, libres de enfermedades como hongos y virus;
- ◆ ser vigorosas, que sobresalgan del resto en forma y expansión;
- ◆ representar la variedad original con todas sus características.

Las plantas del cultivo que presenten manchas o mosaico o que se queden pequeñas o sean deformes (véase la Figura 22) deben ser eliminadas de inmediato, puesto que podrían estar contaminadas con virosis. Algunos insectos como el pulgón y la mosquita blanca, entre otros, pueden transmitir estos virus al resto del cultivo arruinando tanto la producción como la selección de plantas para semillas.



**Figura 22.** Ejemplos de plantas contaminadas con virus.



Las plantas seleccionadas por sus características sobresalientes deben marcarse (con hilo, lana, pintura, estaca, etc.). Deben observarse periódicamente por si cambian de características o enferman. De ser así, se debe seleccionar de inmediato otra planta sana, aunque sea de menor tamaño.

En la Figura 23 se muestran dos cultivos de tomate: uno en muy malas condiciones para seleccionar frutos para semillas, y otro en excelentes condiciones para elegir plantas y frutos para semillas.

**Figura 23.** Cultivo de tomate en malas condiciones y buenas condiciones para seleccionar plantas y frutos para semillas.



**Malas condiciones**



**Buenas condiciones**

Muchos agricultores productores de hortalizas a pequeña escala, como es el caso de Guinea Ecuatorial, manejan poblaciones más que variedades, por lo que su conservación requiere otro tipo de manejo para no perder la rica variabilidad genética que poseen. Una técnica de conservación es simplemente seleccionar plantas variadas dentro de la población para semillas y no elegir solamente un biotipo preciso, ya que esta práctica produce la eliminación de muchos caracteres que le confieren a las plantas características específicas como resistencia o tolerancia a enfermedades, adaptación a condiciones adversas, etc.

### **Manejo del semillero**

El manejo del semillero o de las plantas seleccionadas es diferente dependiendo de la especie de que se trate. Las especies de floración bianual, como la cebolla y el repollo, necesitan dos años para producir semillas. El primer año se produce el bulbo de la cebolla o la cabeza del repollo, se almacena unos meses bajo condiciones adecuadas y la temporada siguiente se planta el bulbo o la cabeza para que emita tallo floral, produciendo las semillas. Este proceso permite hacer una muy buena selección de plantas para este fin en el momento de guardar el material vegetativo.

En el caso de especies compuestas, como la lechuga, un estrés como la falta de agua y una alta temperatura pueden provocar la emisión del tallo floral.

Estas especies, que generalmente son de producción de hojas, no requieren mayor manejo, sino solamente evitar que se caigan al suelo los tallos florales y se pierda la semilla. Para esto es recomendable poner tutores de madera para afirmar los tallos.

En el caso de hortalizas de fruto, como tomate, berenjena, picante o pepino, solamente se deben cosechar para semilla los primeros frutos, porque son los que poseen las mejores semillas en cantidad y calidad. El cuidado, en general, es el mismo que para el consumo, es decir, hay que mantenerlas libres de insectos y enfermedades.

### **Cosecha y limpieza se semillas**

Una vez que los frutos están maduros o que los tallos florales tienen semillas, deben cosecharse y separarse las semillas del resto del material vegetal que las rodea. En esta etapa se pueden dividir en dos tipos de separación de semillas: las de frutos suculentos y las de frutos adosados a tallos florales (véase la Figura 24).

**Figura 24.** Semillas de hortalizas de fruto suculento (tomate) y de fruto adosado a tallo floral (trébol y lechuga).



En el caso de frutos adosados a tallos florales se debe comprobar si las flores y los órganos que contienen las semillas están secos. Se corta el tallo y, sobre un saco o lona, se muelen las flores para separar las semillas de las otras partes de la flor. Una vez separadas, se termina de separar la semilla de las basurillas usando el viento.

Algo más complicada es la separación de las semillas de frutos. Estos deben molerse una vez que alcancen su máxima madurez. La semilla se lava con abundante agua para separar los restos del fruto, luego se pone en una solución al 1 % de cloro por unas horas. Esta solución suelta los restos adheridos a la semilla y la desinfecta de hongos y bacterias. Luego se lava nuevamente con abundante agua y se pone a secar a la sombra. Las semillas se separan manualmente y se almacenan.