



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO BIOQUÍMICA AGRÍCOLA 051CP010 Laboratorio

**Programa Académico**  
**Plan de Estudios**  
**Fecha de elaboración**  
**Versión del Documento**

Ingeniero en Horticultura  
2021  
30 de mayo de 2025  
01



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro  
**Rectora**

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina  
**Encargada del Despacho de la Secretaría  
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña  
**Secretario General Administrativo**

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez  
**Encargado de Despacho de Secretario  
General de Planeación**

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>IDENTIFICACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<i>Carga Horaria del alumno .....</i>	<i>5</i>
<i>Consignación del Documento .....</i>	<i>5</i>
<b>MATRIZ DE CORRESPONDENCIA .....</b>	<b>6</b>
<b>NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS .....</b>	<b>8</b>
<i>Reglamento general del laboratorio .....</i>	<i>8</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>8</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>8</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>8</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia .....</i>	<i>8</i>
<b>RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA....</b>	<b>9</b>
<b>PRÁCTICAS.....</b>	<b>15</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
<b>NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>

## INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

## IDENTIFICACIÓN

<b>Nombre de la Asignatura</b>		Bioquímica Agrícola	
<b>Clave</b>	051CP010	<b>Créditos</b>	6
<b>Asignaturas Antecedentes</b>		<b>Plan de Estudios</b>	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Profesionales o profesionalizantes	Explicar los procesos metabólicos mediante el análisis de los ciclos bioquímicos, utilizando las tecnologías más innovadoras en genómica de plantas, para la comprensión de la relación del medio ambiente con la productividad, tanto a nivel de investigación como directamente en el campo hortícola, promoviendo el análisis de la problemática actual, asumiendo el liderazgo e iniciativa para innovación y organización.

### Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	2	1	1	6

### Consignación del Documento

<b>Unidad Académica</b>	Unidad Académica Navojoa
<b>Fecha de elaboración</b>	30/06/2025
<b>Responsables del diseño</b>	Olga Beltrán Ramírez.
<b>Validación</b>	
<b>Recepción</b>	Coordinación de Procesos Educativos

### MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Reconocimiento de Carbohidratos	Implementar sistemas de producción sustentable, de cultivos hortícolas, tradicionales y alternativos, para obtener productos con alta calidad de acuerdo con estándares y normas establecidas, en campo abierto y bajo ambiente semi-controlado y controlado con organización y liderazgo.
Propiedades de los Lípidos	Implementar sistemas de producción sustentable, de cultivos hortícolas, tradicionales y alternativos, para obtener productos con alta calidad de acuerdo con estándares y normas establecidas, en campo abierto y bajo ambiente semi-controlado y controlado con organización y liderazgo.
Efecto de los aminoácidos en el Desarrollo del Tejido Vegetal	Implementar sistemas de producción sustentable, de cultivos hortícolas, tradicionales y alternativos, para obtener productos con alta calidad de acuerdo con estándares y normas establecidas, en campo abierto y bajo ambiente semi-controlado y controlado con organización y liderazgo.
Extracción de DNA en vegetales	Implementar sistemas de producción sustentable, de cultivos hortícolas, tradicionales y alternativos, para obtener productos con alta calidad de acuerdo con estándares y normas establecidas, en campo abierto y bajo ambiente semi-controlado y controlado con organización y liderazgo.
Actividad Enzimática	Implementar sistemas de producción sustentable, de cultivos hortícolas, tradicionales y alternativos, para obtener productos con alta calidad de acuerdo con estándares y normas establecidas, en

	campo abierto y bajo ambiente semi-controlado y controlado con organización y liderazgo.
Respiración Celular	Implementar sistemas de producción sustentable, de cultivos hortícolas, tradicionales y alternativos, para obtener productos con alta calidad de acuerdo con estándares y normas establecidas, en campo abierto y bajo ambiente semi-controlado y controlado con organización y liderazgo.
Fotosíntesis	Implementar sistemas de producción sustentable, de cultivos hortícolas, tradicionales y alternativos, para obtener productos con alta calidad de acuerdo con estándares y normas establecidas, en campo abierto y bajo ambiente semi-controlado y controlado con organización y liderazgo.
Diversidad genética	Adaptar las tecnologías actuales y futuras a través de ideas innovadoras para la solución de problemas, con el fin de aumentar la calidad y rendimiento de los productos hortícolas, de acuerdo con los principios éticos, disposiciones ambientales, de responsabilidad social y de salud, desde nivel local hasta el internacional.
Sistemas de reproducción de las principales especies cultivadas	Adaptar las tecnologías actuales y futuras a través de ideas innovadoras para la solución de problemas, con el fin de aumentar la calidad y rendimiento de los productos hortícolas, de acuerdo con los principios éticos, disposiciones ambientales, de responsabilidad social y de salud, desde nivel local hasta el internacional.
Análisis de artículos científicos sobre plantas transgénicas	Adaptar las tecnologías actuales y futuras a través de ideas innovadoras para la solución de problemas, con el fin de aumentar la calidad y rendimiento de los productos hortícolas, de acuerdo con los principios éticos, disposiciones ambientales, de responsabilidad social y de salud, desde nivel local hasta el internacional.

## **NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS**

### **Reglamento general del laboratorio**

1. Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP): Siempre portar bata, guantes y gafas de seguridad dentro del laboratorio.
2. Prohibido comer, beber o fumar: Estas acciones están estrictamente prohibidas para evitar contaminación y riesgos a la salud.
3. Respetar los protocolos experimentales: Seguir las instrucciones del docente y no realizar procedimientos no autorizados.
4. Manejo responsable de sustancias y materiales: Identificar, manipular y desechar correctamente reactivos y muestras biológicas.
5. Mantener el orden y reportar incidentes: Conservar limpio el espacio de trabajo y notificar inmediatamente cualquier accidente o anomalía.

### **Reglamento de uniforme**

Todos los alumnos deben portar bata, zapato cerrado, guantes, gafas de seguridad y cualquier otro equipo indicado antes de ingresar al laboratorio.

### **Uso adecuado del equipo y materiales**

- No manipular equipos sin la debida instrucción o supervisión.
- Mantener el equipo limpio y ordenado.
- Lavar y secar el material de vidrio después de su uso.
- Informar de cualquier daño o avería al personal responsable.

### **Manejo y disposición de residuos peligrosos**

El manejo de residuos peligrosos en el laboratorio debe realizarse con estricta responsabilidad para evitar riesgos a la salud y al medio ambiente. Estos residuos deben identificarse, segregarse y almacenarse en recipientes adecuados y debidamente etiquetados, según su tipo (biológico, químico, punzocortante, etc.). Su disposición final debe seguir la normativa vigente y ser gestionada únicamente por personal autorizado o servicios especializados. Está prohibido verter residuos peligrosos en fregaderos, basureros comunes o el medio ambiente.

### **Procedimientos en caso de emergencia**

En caso de una emergencia en el laboratorio, se debe mantener la calma y notificar de inmediato al responsable o docente. Si la situación lo requiere, evacuar el área siguiendo las rutas de salida establecidas y dirigirse al punto de reunión. Si hay personas lesionadas, brindar primeros auxilios básicos solo si es seguro hacerlo. Utilizar los equipos de seguridad (extintores, ducha de emergencia, lavaojos) únicamente si se cuenta con capacitación. No intentar controlar la situación sin conocimiento previo. Una vez resuelta la emergencia, se debe registrar el incidente y participar en la revisión de los protocolos para prevenir futuros riesgos.

## RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>EC I</b>
	Describir las propiedades físico-químicas de los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos para relacionar su participación en los procesos metabólicos de los organismos vivos a nivel celular, de acuerdo a investigaciones publicadas en textos, manuales de prácticas y otros trabajos de investigación impulsando el aprendizaje y responsabilidad.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Reconocimiento de Carbohidratos	Reconocer la presencia de carbohidratos en diferentes muestras, para identificar el tipo principal que las componen, de acuerdo a las metodologías clásicas usadas universalmente, de forma organizada y trabajando en equipo.
Práctica No. 2	Propiedades de los Lípidos	Identificar las propiedades básicas de los lípidos en muestras vegetales, con el fin de diferenciarlos de los otros componentes dentro del tejido vegetal de acuerdo con pruebas reconocidas universalmente, trabajando en equipo de forma organizada.
Práctica No. 3	Efecto de los aminoácidos en el Desarrollo del Tejido Vegetal	Relacionar los diferentes métodos de detección de proteínas en el tejido vegetal, para verificar su presencia y correlacionar con su función celular e influencia en la productividad agrícola global, trabajando en equipo para resolver los problemas relacionados.
Práctica No. 4	Extracción de DNA en vegetales	Identificar la presencia de DNA en muestras vegetales, utilizando métodos sencillos de extracción que permitan visualizar y correlacionar la importancia de estas macromoléculas en el desarrollo vegetal y la productividad agrícola, siguiendo los procesos básicos establecidos en la metodología universal, de manera organizada y trabajando en equipo.

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>EC II</b>
	Revisar las reacciones de diversos procesos metabólicos de la célula mediante la producción de metabolitos primarios y secundarios producidos a nivel celular, con el fin de comprender las interacciones que existen en el sistema vegetal y conocer el metabolismo celular vegetal mediante el liderazgo y el nivel organizacional.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 5	Actividad Enzimática	Conocer las pruebas relacionadas con actividades enzimáticas en productos hortofrutícolas, en base a reacciones establecidas a nivel mundial, con el fin de aplicarlas y correlacionar con las propiedades bioquímicas de los productos para solucionar problemas de calidad en la producción.
Práctica No. 6	Respiración Celular	Identificar el proceso de respiración en hortalizas, semillas y/o plántulas de acuerdo a metodologías establecidas, para conocer éste proceso metabólico mediante la detección secundaria para aplicarlo al proceso de producción y la solución de problemas en manejo post cosecha, trabajando en equipo.

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>EC III</b>
	Explicar los procesos de modificación, mejoramiento y legislación en las especies vegetales, mediante el uso de técnicas moleculares y genómicas, para encontrar soluciones a las dificultades presentadas en los cultivos al innovar y analizar de las problemáticas actuales tanto a nivel laboratorio como a nivel de campo.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 7	Fotosíntesis	Identificar la realización de proceso de fotosíntesis mediante reacciones secundarias en distintas condiciones, con la finalidad de conocer el proceso en los vegetales y comprender así su metabolismo para poder resolver los problemas relacionados trabajando en equipo.
Práctica No. 8	Diversidad genética	Identificar las variaciones fenotípicas en individuos de la misma familia vegetal con el fin de observar como una pequeña variación genética cambia las características externas de los productos, lo cual es necesario en diferentes áreas de producción agrícola para resolver

		los problemas asociados a la diversidad genética.
Práctica No. 9	Sistemas de reproducción de las principales especies cultivadas	Conocer los tipos de reproducción que tienen las principales plantas transgénicas creadas, con el fin de profundizar en las formas de propagación de su material genético y evaluar los riesgos ecológicos y agrícolas a nivel mundial, para resolver los problemas de aceptación y uso de éstas plantas.
Práctica No. 10	Análisis de artículos científicos sobre plantas transgénicas	Entender las variaciones de obtención de plantas transgénicas utilizadas en el campo agrícola nacional e internacional, para conocer los avances actuales y las áreas de oportunidad para innovar y resolver los problemas que presenta el área en la actualidad y en proyección futura.



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# PRÁCTICAS

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Reconocimiento de Carbohidratos
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Reconocer la presencia de carbohidratos en diferentes muestras, para identificar el tipo principal que las componen, de acuerdo a las metodologías clásicas usadas universalmente, de forma organizada y trabajando en equipo.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Los carbohidratos son compuestos orgánicos esenciales en las plantas, formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Se clasifican en monosacáridos (como la glucosa y fructosa), disacáridos (como la sacarosa) y polisacáridos (como el almidón). Su identificación es importante en bioquímica agrícola porque están directamente relacionados con la madurez, calidad nutricional y fisiología vegetal.

#### **Fundamento teórico de las pruebas**

**Prueba de Benedict:**

El reactivo de Benedict contiene sulfato cúprico ( $\text{CuSO}_4$ ), citrato de sodio y carbonato de sodio. Detecta azúcares reductores, como la glucosa y la fructosa, que reducen los iones cúpricos ( $\text{Cu}^{2+}$ ) a óxido de cobre (I) ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), un precipitado de color rojo, al calentarse. Cuanto mayor sea el contenido de azúcares reductores, más intenso será el cambio de color (azul  $\rightarrow$  verde  $\rightarrow$  amarillo  $\rightarrow$  naranja  $\rightarrow$  rojo ladrillo).

**Prueba de Fehling:**

Similar a Benedict, pero se utiliza una mezcla de Fehling A (sulfato cúprico) y Fehling B (tartrato de sodio y potasio en solución alcalina). También identifica azúcares reductores, que reducen los iones cúpricos formando un precipitado rojo de óxido cúprico al calentar. Se usa principalmente para confirmar la presencia de glucosa en soluciones vegetales.

**Prueba de Lugol (yodo):**

Esta prueba detecta polisacáridos como el almidón. El yodo se inserta en la estructura helicoidal del almidón, formando un complejo que adquiere un color azul oscuro o negro. Es una prueba rápida y sensible para identificar tejidos vegetales ricos en almidón, como la papa o el plátano verde.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

#### **Materiales y reactivos**

- Tubos de ensayo y gradilla
- Pipetas y vasos de precipitados
- Mechero o baño María
- Mortero y tamiz
- Agua destilada
- Muestras vegetales (papa, plátano, zanahoria, cebolla, etc.)
- Reactivo de Benedict
- Reactivo de Fehling A y B
- Solución de Lugol

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. **Preparación de extractos:** Tritura cada muestra vegetal con un poco de agua destilada en el mortero. Filtra para obtener un extracto líquido.
  2. **Prueba de Benedict:** Añade 2 mL del extracto y 2 mL del reactivo de Benedict en un tubo. Calienta en baño María por 5 minutos. Observa el cambio de color.
  3. **Prueba de Fehling:** Mezcla 1 mL de Fehling A con 1 mL de Fehling B. Agrega 2 mL del extracto y calienta. Observa si se forma un precipitado rojo.
  4. **Prueba de Lugol:** Agrega 2–3 gotas de solución de Lugol al extracto. Un cambio a azul oscuro o negro indica almidón.
  5. **Registrar observaciones:** Anota los resultados obtenidos para cada muestra en cada prueba.
- Tomar las precauciones necesarias para el manejo de calor y muestras calientes. Usar guantes y lentes de protección de forma obligatoria.

### RESULTADOS ESPERADOS

Las reacciones colorimétricas permitirán identificar los tipos de carbohidratos presentes. Por ejemplo, el plátano maduro mostrará presencia de azúcares reductores (color naranja/rojo), mientras que la papa dará una reacción positiva con Lugol (color azul oscuro), indicando almidón.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué diferencias observaste entre las muestras maduras y no maduras en cuanto a la presencia de azúcares reductores? Explica por qué ocurren estas diferencias.
2. ¿Qué muestra vegetal presentó mayor contenido de almidón según la prueba de Lugol? ¿Cómo se relaciona esto con su función fisiológica en la planta?
3. Si una muestra no presentó reacción con Benedict ni con Lugol, ¿qué podrías concluir sobre su contenido de carbohidratos?
4. ¿Qué ventajas tiene el uso de pruebas cualitativas como Benedict, Fehling y Lugol en el análisis de cultivos agrícolas?
5. Relaciona los resultados obtenidos con el estado de madurez o tipo de tejido de las muestras analizadas. ¿Cómo puede esta información ser útil en la horticultura?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Los alumnos analizarán e interpretarán los resultados en función de la composición de las muestras, relacionando el tipo de carbohidrato con el estado de madurez y la función metabólica en el tejido vegetal.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

#### Comparación entre azúcares simples y complejos en productos vegetales

##### Objetivo:

Relacionar los resultados de las pruebas de identificación de carbohidratos con el tipo de carbohidrato presente (monosacárido, disacárido o polisacárido) en productos hortícolas y derivados.

##### Instrucciones:

1. Investiga el tipo de carbohidrato predominante en al menos **tres productos**:

- Ejemplos: papa, zanahoria, miel, plátano, almidón de maíz, jugo de fruta natural, agua de coco.
- Coteja tus observaciones en el laboratorio (coloración en pruebas como Benedict, Fehling, y Lugol) con la clasificación química del carbohidrato presente.
  - Completa una tabla como esta:

Producto vegetal	Resultado en prueba de Benedict	Resultado en prueba de Lugol	Tipo de carbohidrato	Clasificación química (mono-, di-, poli-)
Miel	Rojo ladrillo	Sin cambio	Fructosa y glucosa	Monosacárido
Papa cocida	Sin cambio	Azul-negro	Almidón	Polisacárido

- Responde:
  - ¿Coinciden tus resultados con la literatura?
  - ¿Qué factores pueden interferir en los resultados de las pruebas?
  - ¿Qué implicaciones tiene esto en la calidad postcosecha o nutricional de los cultivos?

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de práctica de laboratorio.
Formatos de reporte de prácticas	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Propiedades de los Lípidos
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar las propiedades básicas de los lípidos en muestras vegetales, con el fin de diferenciarlos de los otros componentes dentro del tejido vegetal de acuerdo a pruebas reconocidas universalmente, trabajando en equipo de forma organizada.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Los lípidos son biomoléculas hidrofóbicas que desempeñan funciones importantes en las plantas, como el almacenamiento de energía, la impermeabilización de tejidos y la señalización celular. En cultivos hortícolas, los lípidos influyen en la calidad nutricional de los frutos y semillas. Para su identificación se emplean métodos cualitativos como la prueba de translucidez, la prueba de Sudan III y la solubilidad en solventes orgánicos, los cuales permiten detectar grasas y aceites en tejidos vegetales.

Fundamento específico de las pruebas:

1. Prueba de translucidez:

Los lípidos dejan una mancha translúcida cuando se aplican sobre papel. Esto se debe a su naturaleza no volátil, a diferencia del agua. La permanencia de la mancha indica la presencia de grasas o aceites.

2. Prueba de Sudan III:

El colorante Sudan III es lipofílico y se disuelve fácilmente en lípidos, tiñéndolos de color rojo anaranjado. Al aplicarse sobre una muestra con contenido graso, permite visualizar la distribución de los lípidos por su afinidad con este colorante.

3. Solubilidad en solventes orgánicos:

Los lípidos son insolubles en agua pero solubles en solventes no polares como el éter, cloroformo o hexano. Esta propiedad permite separarlos de otros componentes vegetales por extracción.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Papel filtro o papel estraza
- Tubos de ensayo y gradilla
- Mortero y tamiz
- Pipetas
- Muestras vegetales (aguacate, semilla de girasol, cacahuate, coco, etc.)
- Sudan III (solución alcohólica al 0.5%)
- Éter etílico, hexano o cloroformo (según disponibilidad y normativa de seguridad)
- Agua destilada
- Guantes y gafas de seguridad

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

- 1. Preparación de muestras:** Tritura las muestras vegetales por separado en el mortero hasta obtener una pasta homogénea.
  - 2. Prueba de translucidez:**
    - o Coloca una pequeña cantidad de la muestra en papel filtro.
    - o Presiona ligeramente y deja reposar por unos minutos.
    - o Seca el papel y observa si queda una mancha translúcida permanente.
  - 3. Prueba de Sudan III:**
    - o Coloca 2 mL de extracto vegetal en un tubo de ensayo.
    - o Añade 5 gotas de solución de Sudan III.
    - o Agita y observa si aparece coloración roja anaranjada, indicando la presencia de lípidos.
  - 4. Solubilidad en solventes orgánicos:**
    - o Mezcla una pequeña cantidad de la muestra con 3 mL de hexano o éter en un tubo de ensayo.
    - o Agita suavemente y observa si se forma una capa aceitosa o si el extracto se disuelve parcialmente.
  - 5. Registrar observaciones:** Anota los resultados de cada prueba para cada muestra.
- Descripción detallada de las actividades a seguir de manera clara y ordenada
  - Incluir precauciones o advertencias necesarias para garantizar la seguridad y correcta ejecución.

### RESULTADOS ESPERADOS

Las muestras con alto contenido de lípidos (como aguacate o semillas oleaginosas) mostrarán manchas translúcidas en papel, afinidad con el colorante Sudan III y solubilidad en solventes no polares. Muestras con bajo contenido lipídico no presentarán cambios significativos.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué muestras presentaron mayor contenido de lípidos? ¿Por qué crees que ocurre esto?
2. ¿Qué ventajas tiene el uso de la prueba de Sudan III frente a la de translucidez?
3. ¿Cómo influye el contenido lipídico en la calidad nutricional de un fruto o semilla?
4. ¿Qué aplicaciones prácticas tiene esta información en la producción hortícola?
5. ¿Por qué los lípidos no se disuelven en agua, pero sí en solventes orgánicos?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Los estudiantes deberán identificar la presencia de lípidos en las diferentes muestras vegetales y relacionar su distribución con las funciones biológicas en la planta, su valor agronómico y su importancia para la alimentación humana.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Evaluación de contenido graso en semillas hortícolas

Objetivo:

Aplicar la prueba de solubilidad y la prueba de transparencia para estimar el contenido lipídico de diferentes semillas utilizadas en horticultura.

**Instrucciones:**

- Selecciona 3 tipos de semillas hortícolas (por ejemplo: girasol, calabaza, chía, linaza, tomate, maíz).
- Tritura pequeñas porciones de cada semilla y colócalas sobre papel filtro o papel mantequilla. Espera 15 minutos.
- Evalúa la formación de una mancha translúcida (prueba de transparencia).

**EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE**

<b>Criterios de evaluación</b>	
<b>Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño</b>	Rúbrica de reporte de práctica de Laboratorio
<b>Formatos de reporte de prácticas</b>	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Efecto de los aminoácidos en el Desarrollo del Tejido Vegetal
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Relacionar los diferentes métodos de detección de proteínas en el tejido vegetal, para verificar su presencia y correlacionar con su función celular e influencia en la productividad agrícola global, trabajando en equipo para resolver los problemas relacionados.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>Las proteínas son macromoléculas formadas por aminoácidos, esenciales para el crecimiento y metabolismo vegetal. En horticultura, las proteínas juegan un papel clave en la calidad de semillas, el desarrollo del tejido vegetal y la respuesta a factores ambientales. La detección de proteínas puede realizarse con pruebas cualitativas como la reacción de Biuret y la prueba de Xantoproteica, que permiten confirmar la presencia de enlaces peptídicos y residuos aromáticos, respectivamente.</p> <p>Fundamento específico de las pruebas</p> <p><b>Prueba de Biuret:</b> Esta prueba detecta enlaces peptídicos (-CO-NH-) en proteínas. Al añadir una solución alcalina (NaOH) y sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>), se forma un complejo violeta si hay proteínas presentes. Cuanto mayor sea la intensidad del color, mayor es la concentración de proteínas.</p> <p><b>Prueba Xantoproteica:</b> Esta prueba identifica aminoácidos aromáticos (como tirosina y triptófano). Al tratar una muestra con ácido nítrico concentrado y calentarla, se produce una coloración amarilla que se intensifica con la adición de una base fuerte (NaOH), formando un color naranja característico.</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos de ensayo y gradilla</li> <li>• Pipetas, espátulas y vasos de precipitados</li> <li>• Mortero y tamiz</li> <li>• Mechero o baño María</li> <li>• Muestras vegetales (soya, lenteja, frijol, espinaca, brócoli, etc.)</li> <li>• Hidróxido de sodio (NaOH) al 10%</li> <li>• Sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) al 1%</li> <li>• Ácido nítrico concentrado (HNO<sub>3</sub>)</li> <li>• Solución de NaOH al 40% (para prueba Xantoproteica)</li> <li>• Agua destilada</li> <li>• Guantes, gafas y bata de laboratorio</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Preparación de extractos:</b> Tritura cada muestra vegetal con agua destilada hasta obtener una mezcla homogénea. Filtra si es necesario para obtener extractos líquidos.</li> <li>2. <b>Prueba de Biuret:</b></li> </ol>

- En un tubo de ensayo, coloca 2 mL del extracto.
  - Añade 1 mL de NaOH al 10%.
  - Agrega 3–5 gotas de  $\text{CuSO}_4$  al 1%.
  - Agita suavemente y observa la aparición de un color violeta o lila.
3. **Prueba Xantoproteica:**
- Coloca 2 mL del extracto vegetal en un tubo.
  - Añade 1 mL de  $\text{HNO}_3$  concentrado.
  - Calienta con cuidado en baño María durante 1–2 minutos.
  - Deja enfriar y agrega 1 mL de NaOH al 40%.
  - Observa si se forma una coloración amarilla o anaranjada.
4. **Registro de resultados:**  
Anota los cambios de color y reacciones observadas en cada muestra y prueba.

### RESULTADOS ESPERADOS

Las leguminosas y otras muestras vegetales ricas en proteínas mostrarán una coloración violeta en la prueba de Biuret y amarilla o naranja en la prueba Xantoproteica. Muestras con bajo contenido proteico no mostrarán reacciones significativas.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué muestras presentaron una reacción positiva en ambas pruebas? ¿Qué indica esto?
2. ¿Qué diferencias hay entre la prueba de Biuret y la Xantoproteica en cuanto a los grupos que identifican?
3. ¿Por qué algunas muestras no reaccionan intensamente en las pruebas, a pesar de contener proteínas?
4. ¿Cómo puede influir el contenido de proteínas en la calidad de una semilla o fruto?
5. ¿Qué importancia tiene esta información para la horticultura sostenible?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El estudiante debe interpretar las reacciones observadas y relacionarlas con el contenido de proteínas en diferentes tejidos vegetales, comprendiendo su relevancia en la fisiología vegetal, la nutrición y la producción agrícola.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Relación con el valor nutritivo

Actividad: Investigar y comparar el contenido proteico (en gramos por 100 g) de las muestras analizadas usando tablas de composición nutricional.

Objetivo: Relacionar los resultados del laboratorio con la información nutricional de alimentos vegetales reales.

Ejemplo: Relacionar la prueba positiva más alta, con su alto contenido proteico en la dieta.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Extracción de DNA en vegetales
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar la presencia de DNA en muestras vegetales, utilizando métodos sencillos de extracción que permitan visualizar y correlacionar la importancia de estas macromoléculas en el desarrollo vegetal y la productividad agrícola, siguiendo los procesos básicos establecidos en la metodología universal, de manera organizada y trabajando en equipo.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>El ácido desoxirribonucleico (ADN) es el material genético responsable de codificar toda la información biológica de los seres vivos. En plantas, el ADN está contenido en el núcleo celular y puede ser extraído rompiendo las paredes y membranas celulares. En el contexto agrícola, el ADN vegetal es fundamental para el estudio de variedades, resistencia a enfermedades, ingeniería genética y selección de cultivos.</p> <p>La extracción de ADN implica tres pasos esenciales:</p> <p>Lisis celular: para romper la pared y membranas celulares.</p> <p>Desnaturalización de proteínas y lípidos: con detergentes y sal.</p> <p>Precipitación del ADN: con alcohol frío.</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestras vegetales (fresa, plátano, espinaca, etc.)</li> <li>• Bolsas herméticas o mortero</li> <li>• Detergente líquido (sin color ni aroma preferentemente)</li> <li>• Sal de mesa</li> <li>• Agua destilada</li> <li>• Alcohol (etanol o isopropanol) frío</li> <li>• Tubos de ensayo o vasos precipitados</li> <li>• Embudo y filtro de café o gasa</li> <li>• Varilla de vidrio o palillo de madera</li> <li>• Gafas y guantes de seguridad</li> </ul> <p>Solución de extracción casera</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclar:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 mL de agua destilada</li> <li>• 2 cucharaditas de sal</li> <li>• 2 cucharadas de detergente líquido</li> <li>• Revolver sin generar espuma excesiva</li> </ul> </li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
------------------------------------

1. **Preparación de la muestra vegetal:**
  - Coloca una pequeña porción del tejido (como ¼ de plátano o 1 fresa) en una bolsa hermética o mortero.
  - Tritura completamente hasta obtener una pulpa homogénea.
2. **Lisis celular:**
  - Añade 10–15 mL de la solución de extracción.
  - Mezcla suavemente durante 3–5 minutos.
3. **Filtración:**
  - Filtra el contenido usando un filtro de café o gasa en un vaso o tubo.
  - Recoge el líquido filtrado (extracto celular).
4. **Precipitación del ADN:**
  - Inclina el tubo con el filtrado y añade lentamente una cantidad igual de alcohol frío.
  - No mezcles.
  - Observa cómo se forma una sustancia blanca y fibrosa en la interfaz: **¡es el ADN!**
5. **Recolección:**
  - Usa una varilla o palillo para enrollar suavemente el ADN y retirarlo del tubo.

NOTA: DE CONTAR CON EL REACTIVO, SE PUEDE ALTERNAR CON UNA EXTRACCIÓN CON TRIZOL PARA COMPARAR LA METODOLOGÍA.

### RESULTADOS ESPERADOS

Los alumnos podrán observar el ADN como una sustancia blanquecina, filamentosa o viscosa. El rendimiento puede variar según el tipo de tejido, su madurez y el proceso de maceración

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Por qué es necesario usar detergente y sal en el proceso de extracción?
2. ¿Qué función cumple el alcohol en la precipitación del ADN?
3. ¿Qué diferencias hubo entre las muestras vegetales utilizadas?
4. ¿Cómo puede aplicarse la extracción de ADN en la horticultura?
5. ¿Qué limitaciones tiene este método en comparación con métodos profesionales?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El estudiante debe comprender los principios básicos de la extracción de ADN y relacionar su observación con procesos agrícolas como selección genética, diagnóstico molecular y producción de variedades mejoradas.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Comparación entre métodos de extracción caseros y comerciales

Actividad:

Investigar y comparar el método casero utilizado en el laboratorio con protocolos de extracción de ADN vegetal usados en laboratorios de investigación o en kits comerciales (por ejemplo, Qiagen, Thermo Fisher).

Objetivo:

Comprender las diferencias en precisión, pureza, aplicabilidad y costos entre métodos educativos y profesionales.

Producto esperado:

Presentación breve o reporte comparativo en tabla con ventajas y desventajas de cada método.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de práctica de laboratorio.
Formatos de reporte de prácticas	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Actividad enzimática
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Conocer las pruebas relacionadas con actividades enzimáticas en productos hortofrutícolas, en base a reacciones establecidas a nivel mundial, con el fin de aplicarlas y correlacionar con las propiedades bioquímicas de los productos para solucionar problemas de calidad en la producción.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>Las enzimas son biocatalizadores que aceleran las reacciones químicas en las células. En los vegetales, las enzimas juegan un papel crucial en procesos metabólicos como la maduración, respiración, defensa y degradación. Algunas enzimas vegetales, como la catalasa, amilasa y polifenol oxidasa, pueden detectarse fácilmente mediante cambios visibles en color o producción de burbujas.</p> <p>Por ejemplo:</p> <p>La catalasa, presente en hojas y tubérculos, descompone el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno.</p> <p>La amilasa, común en tejidos que almacenan almidón (como granos o raíces), degrada el almidón en azúcares simples.</p> <p>La polifenol oxidasa es responsable del pardeamiento enzimático observado al cortar frutas o verduras.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<p><b>Materiales y reactivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papa cruda, manzana, plátano, brotes de frijol u hoja de espinaca</li> <li>• Peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 3%</li> <li>• Lugol (yodo)</li> <li>• Agua destilada</li> <li>• Tubos de ensayo o vasos pequeños</li> <li>• Cuchillo y mortero</li> <li>• Filtro de café o gasa</li> <li>• Goteros o pipetas</li> <li>• Termómetro y cronómetro</li> <li>• Guantes y gafas de seguridad</li> </ul>

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<p><b>1. Actividad de catalasa (espuma con peróxido)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tritura un trozo de papa o espinaca.</li> <li>• Coloca una cucharada del extracto en un tubo de ensayo.</li> <li>• Agrega 3 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.</li> <li>• Observa la formación de burbujas (liberación de oxígeno).</li> <li>• Repite con otros vegetales y compara.</li> </ul> <p><b>2. Actividad de amilasa (degradación de almidón)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tritura maíz o plátano verde.</li> </ul>

- Incuba una mezcla de extracto con almidón soluble por 15–20 min a 37 °C.
- Añade unas gotas de lugol.
- Observa si desaparece el color azul oscuro → indica degradación del almidón.

### 3. Actividad de polifenol oxidasa (pardeamiento)

- Corta una manzana o plátano por la mitad.
- Deja expuesta al aire por 10–15 minutos.
- Observa el cambio de color café en la superficie.
- Puedes comparar con una mitad cubierta con jugo de limón (ácido inhibidor).

## RESULTADOS ESPERADOS

Formación de espuma indica presencia de catalasa.

Desaparición del color azul con lugol indica actividad de amilasa.

Pardeamiento superficial en frutas indica polifenol oxidasa.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué vegetal mostró mayor actividad catalasa? ¿Por qué?
2. ¿Qué factores pueden afectar la actividad enzimática en los vegetales?
3. ¿Qué función fisiológica cumplen estas enzimas en la planta?
4. ¿Cómo se relacionan estas enzimas con la calidad postcosecha?
5. ¿Qué condiciones podrían inhibir la actividad enzimática?

## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Durante esta práctica, los estudiantes observaron y analizaron reacciones enzimáticas presentes en tejidos vegetales utilizando métodos sencillos y visuales. Se comprobó la actividad de enzimas como catalasa, amilasa y polifenol oxidasa, cada una con funciones biológicas clave. Estos resultados permiten comprender cómo las enzimas intervienen en procesos fisiológicos, como la descomposición del peróxido, la degradación de almidones o el pardeamiento enzimático, fenómenos de gran importancia en la agricultura, conservación y procesamiento de productos hortícolas. Además, se destacó la influencia de factores como temperatura, pH y exposición al oxígeno sobre la actividad enzimática. Esta práctica fortalece la relación entre la bioquímica y la calidad de los cultivos, brindando herramientas para la mejora en el manejo postcosecha.

## ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Diseño de un inhibidor natural para reacciones enzimáticas indeseadas

Objetivo:

Aplicar los conocimientos sobre enzimas vegetales para diseñar una estrategia casera que reduzca reacciones como el pardeamiento en frutas.

**Instrucciones:**

Investiga sustancias naturales que inhiban la actividad enzimática (ej.: jugo de limón, sal, calor, alcohol, etc.).

Selecciona una fruta que se oxide rápidamente (como manzana o plátano).

Aplica diferentes tratamientos sobre rebanadas de fruta (una por tratamiento):

Control (sin tratamiento)

Con jugo de limón

Con agua con sal

Cocida ligeramente

Refrigerada

Observa durante 30 minutos y registra el nivel de pardeamiento.

**Analiza:**

¿Cuál tratamiento fue más efectivo?

¿Por qué crees que inhibe la enzima polifenol oxidasa?

¿Qué aplicaciones prácticas podría tener este conocimiento?

**Producto entregable:**

Un pequeño informe con fotos, tabla de resultados y análisis de eficacia.

**EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE**

Criterios de evaluación	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de rerte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Respiración Celular
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar el proceso de respiración en hortalizas, semillas y/o plántulas de acuerdo a metodologías establecidas, para conocer éste proceso metabólico mediante la detección secundaria para aplicarlo al proceso de producción y la solución de problemas en manejo post cosecha, trabajando en equipo.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>La respiración celular es un proceso bioquímico fundamental mediante el cual las células obtienen energía a partir de compuestos orgánicos, principalmente carbohidratos. En las plantas, este proceso ocurre en las mitocondrias y genera CO<sub>2</sub>, agua y ATP. La tasa respiratoria puede variar según el tipo de tejido, la temperatura y la disponibilidad de oxígeno.</p> <p>En tejidos vegetales frescos, como frutas y semillas germinadas, la respiración puede evidenciarse por la producción de CO<sub>2</sub>. Este gas puede capturarse o visualizarse mediante métodos indirectos como el uso de indicadores ácido-base (fenolftaleína, rojo de fenol o rojo de metilo) o la absorción con hidróxido de calcio (formación de carbonato de calcio).</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Frutas frescas (manzana, plátano) o semillas germinadas (frijol, maíz)</li> <li>-Frascos de vidrio con tapa o botellas de plástico con tapón</li> <li>-Tubos de ensayo o tubos de vidrio pequeños</li> <li>-Solución de hidróxido de calcio (agua de cal)</li> <li>- Fenolftaleína, rojo de fenol o rojo de metilo</li> <li>-Pipetas o goteros</li> <li>-Cinta adhesiva o plastilina</li> <li>-Termómetro</li> <li>-Cronómetro</li> <li>-Guantes y gafas de seguridad</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<p>1. Montaje del sistema cerrado para recolección de CO<sub>2</sub> Coloca una cantidad medida de tejido vegetal (fruta picada o plántula germinada) dentro de un frasco.</p>

Introduce dentro del mismo frasco, sin que se mezcle con el vegetal, un tubo con agua de cal y otro con un colorante indicador (rojo de fenol por ejemplo).

Sella herméticamente con tapa, plastilina o cinta para evitar entrada de aire.

Deja reposar a temperatura ambiente por 30–60 minutos.

Observa la aparición de turbidez o precipitado blanco en el agua de cal (formación de carbonato de calcio por reacción con  $\text{CO}_2$ ) y el cambio de color en el indicador.

## 2. Control experimental

Monta un frasco igual pero sin tejido vegetal.

Sirve como control negativo para validar que el  $\text{CO}_2$  proviene de la respiración.

### RESULTADOS ESPERADOS

-En el sistema con tejido vegetal activo, el agua de cal se enturbia por la presencia de  $\text{CO}_2$  y cambia de color el indicador.

-El control permanece claro.

-Se puede comparar la intensidad de la turbidez entre distintos tejidos

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué tejido vegetal mostró mayor liberación de  $\text{CO}_2$ ?

2. ¿Qué factores podrían afectar la tasa de respiración celular?

3. ¿Cómo se relaciona este proceso con la maduración y la vida útil de productos hortícolas?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Mediante esta práctica, se confirma que los tejidos vegetales vivos realizan respiración celular, evidenciada por la producción de  $\text{CO}_2$ . La actividad respiratoria está relacionada con el metabolismo celular y depende de factores como tipo de tejido, temperatura y madurez. Estos conocimientos permiten comprender procesos como la postcosecha, conservación y manejo de frutas y verduras, fundamentales en la horticultura.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Título: Comparación de la tasa respiratoria a diferentes temperaturas

Descripción:

Repetir la práctica con los mismos tejidos vegetales, pero colocándolos en condiciones de baja temperatura (refrigerador) y alta temperatura (ambiente cálido). Comparar la cantidad de  $\text{CO}_2$  producido.

Objetivo:

Evaluar el efecto de la temperatura sobre la tasa de respiración, aplicable a la conservación de productos agrícolas.

Producto:

Cuadro comparativo de resultados y breve reflexión escrita.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de práctica de laboratorio.
Formatos de reporte de prácticas	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Fotosíntesis
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar la realización de proceso de fotosíntesis mediante reacciones secundarias en distintas condiciones, con la finalidad de conocer el proceso en los vegetales y comprender así su metabolismo para poder resolver los problemas relacionados trabajando en equipo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>La fotosíntesis es un proceso bioquímico mediante el cual las plantas verdes transforman la energía solar en energía química, produciendo glucosa y liberando oxígeno como subproducto. Este proceso ocurre en los cloroplastos y requiere dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua y luz solar.</p> <p>La producción de oxígeno puede observarse en plantas acuáticas como Elodea mediante la formación de burbujas. Por otro lado, la síntesis de almidón como producto de la fotosíntesis puede detectarse mediante la prueba de yodo, que tiñe el almidón de azul oscuro.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas acuáticas (<i>Elodea</i> o similar)</li> <li>• Hojas verdes de planta terrestre (ej. espinaca, geranio)</li> <li>• Frascos o vasos de precipitados</li> <li>• Embudos y tubos de ensayo</li> <li>• Agua destilada</li> <li>• Fuente de luz artificial o luz solar directa</li> <li>• Papel aluminio o cartulina negra</li> <li>• Solución de yodo (Iugol)</li> <li>• Alcohol (etanol)</li> <li>• Mechero o baño maría</li> <li>• Pinzas, pinzas de madera y mortero</li> <li>• Cronómetro y guantes</li> </ul>

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<p>Parte 1: Observación de la liberación de oxígeno en Elodea Llena un vaso con agua y coloca una ramita de Elodea.</p> <p>Cubre la planta con un embudo invertido y coloca un tubo de ensayo lleno de agua sobre la boquilla del embudo.</p> <p>Coloca el sistema bajo una fuente de luz fuerte durante 30–45 minutos.</p> <p>Observa y cuenta las burbujas de oxígeno que se acumulan en el tubo.</p> <p>Parte 2: Detección de almidón en hojas Toma una hoja verde que haya estado expuesta a la luz y otra que haya estado cubierta (oscurecida con papel aluminio por 24 horas).</p> <p>Hierve ambas hojas en agua por 1–2 minutos para detener reacciones.</p>

Colócalas en alcohol caliente (en baño maría) para decolorarlas.

Enjuaga con agua caliente.

Agrega unas gotas de lugol.

Observa la coloración: azul oscuro indica presencia de almidón.

### RESULTADOS ESPERADOS

En Elodea, se observa formación de burbujas de oxígeno cuando hay luz.

En las hojas, solo la que estuvo expuesta a la luz se tiñe de azul oscuro, indicando que realizó fotosíntesis y acumuló almidón.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cuál es la evidencia visible de que ocurrió fotosíntesis?
2. ¿Qué factores son indispensables para que se realice la fotosíntesis?
3. ¿Por qué se utiliza una hoja oscurecida como control?
4. ¿Cómo se relaciona este proceso con la productividad agrícola?
5. ¿Qué importancia tiene medir la eficiencia fotosintética en horticultura?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permite comprobar experimentalmente que la fotosíntesis es un proceso vital en los vegetales, responsable de la producción de oxígeno y de compuestos orgánicos como el almidón. La evidencia visual de la liberación de oxígeno y la acumulación de almidón demuestra la importancia de la luz, el agua y el CO<sub>2</sub> en este proceso. Estos conocimientos son fundamentales para comprender el crecimiento vegetal y su optimización en los sistemas agrícolas.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Título: Efecto de la intensidad de luz sobre la fotosíntesis

Descripción:

Repita la práctica con Elodea bajo distintas intensidades de luz (distancias o uso de filtros) y registra la cantidad de burbujas por minuto como indicador de la tasa fotosintética.

Producto:

Tabla comparativa + gráfico de burbujas por minuto vs. intensidad de luz + interpretación.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de reporte de práctica de laboratorio.
Formatos de reporte de prácticas	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Diversidad Genética
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar las variaciones fenotípicas en individuos de la misma familia vegetal con el fin de observar como una pequeña variación genética cambia las características externas de los productos, lo cual es necesario en diferentes áreas de producción agrícola para resolver los problemas asociados a la diversidad genética.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

La diversidad genética se refiere a la variabilidad de genes dentro de una misma especie, y es fundamental para la adaptación, mejora y sostenibilidad de los cultivos. Esta diversidad se expresa tanto a nivel fenotípico (características visibles como color, forma, tamaño) como a nivel genético (variaciones en el ADN). El estudio de estas diferencias permite seleccionar variedades más resistentes, productivas y adaptadas a condiciones específicas.

En el laboratorio, la diversidad puede evaluarse por comparación morfológica y, de manera introductoria, mediante la extracción de ADN y su visualización, como una forma básica de análisis molecular.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Diferentes variedades de una misma especie vegetal (ej. maíz, frijol, jitomate, chile)
- Regla milimetrada o calibre
- Cámara o celular para tomar fotos
- Cuchillos o bisturí
- Mortero y pistilo
- Alcohol etílico frío (96%)
- Detergente líquido
- Sal de cocina
- Agua destilada
- Filtros de café o gasa
- Tubos de ensayo
- Cucharas, vasos de precipitados
- Hojas de observación

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

#### **Parte 1: Evaluación morfológica**

1. Selecciona 3–4 variedades de una misma especie vegetal.
2. Mide y compara características como:
  - Tamaño del fruto o semilla
  - Forma
  - Color
  - Peso
3. Toma fotos y anota datos en una tabla comparativa.

#### **Parte 2: Extracción de ADN**

1. Tritura una pequeña porción de tejido vegetal (hoja o fruto) en un mortero con 10 ml de solución extractora (agua + sal + detergente).

2. Filtra el extracto con una gasa o filtro de café y vierte el líquido en un tubo de ensayo.
3. Inclina el tubo y añade lentamente alcohol frío para formar una capa sobre el filtrado.
4. Observa la formación de hilos blancos o turbios: es el ADN precipitado.

### RESULTADOS ESPERADOS

Observación de diferencias morfológicas claras entre variedades vegetales.

Presencia de ADN visible como material filamentososo en la interfase alcohol/solución acuosa.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué diferencias fenotípicas encontraste entre variedades?
2. ¿Por qué es importante conservar la diversidad genética en vegetales?
3. ¿Cómo se relaciona el ADN extraído con las características observadas?
4. ¿Qué aplicaciones tiene esta información en la horticultura moderna?
5. ¿Cómo podrían complementarse estas técnicas con herramientas moleculares más avanzadas?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permitirá reconocer la diversidad genética en vegetales desde una perspectiva morfológica y molecular básica. Comprender estas variaciones es clave para la selección, mejoramiento genético y conservación de recursos hortícolas. La extracción visual de ADN acerca a los estudiantes al estudio genético y resalta la relevancia de la bioquímica en la agricultura sostenible.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Registro y comparación de variedades locales vs comerciales

Descripción:

Los alumnos deberán recolectar datos morfológicos de variedades locales y comerciales de un vegetal (ej. maíz nativo vs híbrido) y elaborar un reporte que destaque ventajas, diferencias y aplicaciones prácticas.

Entregable:

Ficha técnica comparativa + reflexiones sobre conservación genética y soberanía alimentaria.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

Formatos de reporte de prácticas

Rúbrica de reporte de práctica de laboratorio.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Sistemas de reproducción de las principales especies cultivadas
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Conocer los tipos de reproducción que tienen las principales plantas transgénicas creadas, con el fin de profundizar en las formas de propagación de su material genético y evaluar los riesgos ecológicos y agrícolas a nivel mundial, para resolver los problemas de aceptación y uso de éstas plantas.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>Los cultivos transgénicos han sido modificados genéticamente para incorporar características deseadas, como resistencia a plagas o tolerancia a herbicidas. Las especies como maíz, soya, algodón y canola son ejemplos comunes. Su sistema de reproducción (sexual o asexual) influye en la forma de conservar y propagar estos rasgos.</p> <p>La reproducción sexual implica la combinación genética mediante la polinización.</p> <p>La reproducción asexual o vegetativa permite clonar genéticamente la planta madre.</p> <p>En biotecnología, se busca controlar estos sistemas para garantizar uniformidad, propiedad intelectual (uso restringido de semillas) y rendimiento. Esta práctica permite observar las estructuras reproductivas y reflexionar sobre las estrategias de propagación de transgénicos.</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Muestras de:           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz transgénico (si es posible, al menos morfológicamente identificado)</li> <li>• Soya, algodón, canola o tomate (transgénico o convencional)</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Microscopios o lupas</li> <li><input type="checkbox"/> Láminas y cubreobjetos</li> <li><input type="checkbox"/> Navajas, pinzas y bisturíes</li> <li><input type="checkbox"/> Portaobjetos preparados (si se cuenta con ellos)</li> <li><input type="checkbox"/> Agua, colorantes vegetales (opcional)</li> <li><input type="checkbox"/> Fichas de observación</li> <li><input type="checkbox"/> Guantes y bata de laboratorio</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<p><b>Parte 1: Observación morfológica de estructuras reproductivas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica flores, frutos y/o semillas de las especies disponibles.</li> <li>2. Realiza cortes transversales y longitudinales para observar:           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Órganos sexuales: estambres, carpelos, polen, óvulos.</li> <li>○ Tipo de floración: hermafrodita, monoica o dioica.</li> </ul> </li> <li>3. Registra en esquemas las estructuras observadas y su función.</li> </ol> <p><b>Parte 2: Comparación de sistemas de reproducción</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisa y analiza las estrategias de propagación recomendadas para las especies transgénicas observadas (ej. uso de semillas certificadas, propagación vegetativa, uso de híbridos estériles).</li> <li>2. Completa una tabla comparativa que relacione:</li> </ol>

- Especie
- Sistema de reproducción
- Método de mejora genética utilizado
- Método de propagación recomendada

### RESULTADOS ESPERADOS

Reconocimiento de las estructuras reproductivas en especies agrícolas.

Diferenciación entre reproducción sexual y asexual en cultivos transgénicos.

Comprensión del vínculo entre la estrategia de reproducción y el uso de biotecnología en la agricultura.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cuál es la principal forma de reproducción de las especies observadas?
2. ¿Por qué la propagación de transgénicos suele restringirse al uso de semillas certificadas?
3. ¿Cómo influyen los sistemas de reproducción en la conservación de los caracteres transgénicos?
4. ¿Qué ventajas y desafíos representa cada sistema en el contexto de la horticultura moderna?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permite comprender cómo los sistemas de reproducción vegetal, tanto naturales como inducidos por la biotecnología, son clave para la producción y manejo de cultivos transgénicos. Esta comprensión es fundamental para el uso responsable y eficiente de la ingeniería genética en horticultura.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Debate técnico: ¿Debería permitirse el uso de semillas transgénicas reutilizables?

Descripción:

En equipos, los estudiantes investigan el impacto legal, técnico y agronómico del uso de semillas transgénicas de uso único (terminator) vs reutilizables. Debaten en clase sus ventajas y desventajas desde una perspectiva hortícola y ética.

Producto:

Mapa conceptual y exposición de argumentos con referencias científicas.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

Formatos de reporte de prácticas

Rúbrica de reporte de práctica de laboratorio.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Análisis de artículos científicos sobre plantas transgénicas
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Entender las variaciones de obtención de plantas transgénicas utilizadas en el campo agrícola nacional e internacional, para conocer los avances actuales y las áreas de oportunidad para innovar y resolver los problemas que presenta el área en la actualidad y en proyección futura.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Los artículos científicos son la principal vía de comunicación del conocimiento científico. Su análisis permite a los estudiantes conocer avances recientes, metodologías empleadas y resultados clave en temas como modificación genética, bioseguridad, productividad, resistencia a plagas y tolerancia a estrés ambiental.

Esta práctica fortalece competencias en lectura técnica, comprensión de lenguaje científico y evaluación crítica de la información, fundamentales en la formación de ingenieros en horticultura que trabajarán con tecnologías avanzadas como los cultivos transgénicos.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- 2 a 3 artículos científicos seleccionados previamente por el docente sobre plantas transgénicas (en PDF o impresos)
- Ficha de análisis de artículos (proporcionada por el docente)
- Diccionario técnico o acceso a internet
- Laptop o cuaderno de apuntes
- Proyector (opcional, para presentación o discusión)

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

- Introducción teórica (20 min)
- El docente explica brevemente cómo está estructurado un artículo científico (resumen, introducción, metodología, resultados, discusión, conclusiones).
- Lectura guiada (30–40 min)
- Los estudiantes, en parejas o equipos, leen el artículo asignado.
- Llenan una ficha de análisis que incluya:
  - Título del artículo y autores
  - Objetivo de la investigación
  - Tipo de modificación genética estudiada
  - Especie vegetal transgénica involucrada
  - Principales resultados y conclusiones
  - Opinión crítica del equipo
- Discusión grupal (30 min)
- Cada equipo presenta un resumen del artículo leído.
- El grupo analiza y compara las aplicaciones, ventajas y controversias relacionadas con cada caso.
- Reflexión escrita (últimos 20 min)
- Cada estudiante redacta una reflexión individual sobre el impacto de las plantas transgénicas en la horticultura, con base en lo aprendido.

### RESULTADOS ESPERADOS

Lectura comprensiva de literatura científica.

Identificación de elementos clave en artículos de investigación.

Desarrollo del pensamiento crítico sobre el uso de plantas transgénicas.

Capacidad para sintetizar y comunicar información científica.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué tipo de modificación genética se realizó en la planta estudiada?
2. ¿Qué resultados se obtuvieron y cómo se evaluaron?
3. ¿Qué ventajas propone el uso de la planta transgénica?
4. ¿Qué limitaciones o controversias menciona el artículo?
5. ¿Cómo se relaciona esta información con la producción hortícola?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica fomenta el pensamiento crítico y la capacidad analítica de los estudiantes, herramientas esenciales para comprender los desarrollos científicos relacionados con las plantas transgénicas. Además, permite identificar aplicaciones prácticas en la horticultura y tomar conciencia de los debates éticos y técnicos en torno a la biotecnología agrícola.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Elaboración de una infografía

Descripción:

Cada equipo debe elaborar un infográfico digital o impreso que sintetice la información clave de su artículo: especie transgénica, modificación realizada, beneficios y desafíos. Será presentado en clase o colocado en un mural informativo.

Producto:

Infografía técnica con referencias, imágenes y conclusiones.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

Formatos de reporte de prácticas

Rúbrica de reporte de práctica de laboratorio.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acquaah, G. (2012). Principles of plant genetics and breeding (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2014). Biología molecular de la célula (6.ª ed.). Garland Science.
- Andrade Celis, Ambar. (2020). Reacciones de carbohidratos (metabolismo). DOI:10.13140/RG.2.2.29054.72007.
- Barceló Coll, J. (2019). Fisiología vegetal: (1 ed.). Difusora Larousse - Ediciones Pirámide. <https://elibro.net/es/lc/ues/titulos/215421>
- Bettelheim, F. A., Brown, W. H., Campbell, M. K., Farrell, S. O., & Torres, O. A. (2019). *Introducción a la química orgánica y bioquímica* (8.ª ed.). Cengage Learning.
- Chang, R. (2010). *Química* (10.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Dávila de Campagnaro, Evila, Jáuregui, Yoleida, Aparicio, Ana, & Lobo, Danuil. (2012). Valores normales de la prueba sudan III en niños sanos menores de un año de edad. Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría, 75(1), 16-19. Recuperado en 29 de mayo de 2025, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06492012000100005&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492012000100005&lng=es&tlng=es).
- Delgado, M., & Álvarez, A. (2013). Prácticas de laboratorio de bioquímica vegetal. Universidad de Antioquia. DOI:10.13140/RG.2.2.29054.72007.
- Esquinas-Alcázar, J. (2005). Protecting crop genetic diversity for food security: Political, ethical and technical challenges. Nature Reviews Genetics, 6(12), 946–953. <https://doi.org/10.1038/nrg1729>
- FAO. (2004). La biotecnología agrícola: una respuesta a las necesidades de los pobres. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Hartl, D. L., & Ruvolo, M. (2014). Genética: Principios y análisis (8.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- ISAAA. (2022). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2022. <https://www.isaaa.org>
- James, C. (2014). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Brief No. 49.
- Marcos-Merino,, José María, Gallego, Rocío Esteban, & Ochoa de Alda, Jesús Gómez. (2019). Extracción de ADN con material cotidiano: desarrollo de una estrategia interdisciplinar a partir de sus fundamentos científicos. *Educación química*, 30(1), 58-69. Epub 14 de octubre de 2019. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.1.65732>
- Martín-Sánchez, Manuela, Martín-Sánchez, María Teresa, & Pinto, Gabriel. (2013). Reactivo de Lugol:

Historia de su descubrimiento y aplicaciones didácticas. Educación química, 24(1), 31-36. Recuperado en 29 de mayo de 2025, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2013000100006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2013000100006&lng=es&tlng=es).

Melgarejo, L. M. (II.). (2010). Experimentos en fisiología vegetal: ( ed.). Universidad Nacional de Colombia. <https://elibro.net/es/lc/ues/titulos/127588>

Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2017). *Lehninger principios de bioquímica* (7.<sup>a</sup> ed.). Reverté.

Práctica de fotosíntesis y respiración. <https://www.guao.org/sites/default/files/Respiraci%C3%B3n%20celular.pdf>

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). Fundamentos de química analítica (9.<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning.

## **NORMAS TÉCNICAS APLICABLES**

### **NOM-005-STPS-2008**

*Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen sustancias químicas peligrosas.*

Aplica en laboratorios donde se utilicen reactivos químicos que puedan representar riesgos para la salud.

### **NOM-018-STPS-2015**

*Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.*

Establece el etiquetado y uso de Hojas de Datos de Seguridad (HDS o SDS).

### **NOM-017-STPS-2008**

*Uso de equipos de protección personal en los centros de trabajo.*

Regula el uso obligatorio de batas, guantes, gafas, mascarillas, etc.

### **NOM-052-SEMARNAT-2005**

*Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y manejo de los residuos peligrosos.*

Aplicable a la disposición de residuos de reactivos, muestras vegetales contaminadas, etc.

### **NOM-087-ECOL-SSA1-2002**

*Protección ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI) - Clasificación y manejo.*

Aunque se usa más en laboratorios clínicos, puede aplicar si se manipulan materiales biológicos vegetales con riesgos potenciales.

### **NOM-026-STPS-2008**

*Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.*

Para la señalización de zonas de riesgo, rutas de evacuación, salidas de emergencia, etc.

### **NOM-043-SSA2-2012**

*Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria.*

Puede ser complementaria si se estudian alimentos transgénicos, aditivos o biocomponentes en bioquímica agrícola.



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

## ANEXOS



# REPORTE DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Nombre del Programa Académico

Nombre y Número de la Práctica

Nombre del Docente

Miembros del Equipo

Fecha de realización o entrega

**INTRODUCCIÓN  
FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

<b>OBJETIVO DE LA PRÁCTICA</b>	
<b>Objetivos específicos</b>	

<b>HIPÓTESIS, EXPECTATIVA O PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL</b>

**MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>Materiales</b>	
<b>Equipamiento</b>	
<b>Reactivos</b>	

**PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA  
PROCESAMIENTO DE DATOS  
RESULTADOS  
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN  
CONCLUSIONES  
BIBLIOGRAFÍA  
ANEXOS**





# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu