



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO BIOTECNOLOGÍA HORTÍCOLA Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ingeniero en Horticultura
2021
5 DE JUNIO 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

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	5
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>5</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>5</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	6
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	8
<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>9</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	10
PRÁCTICAS.....	12
FUENTES DE INFORMACIÓN	28
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	29
ANEXOS	3

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

Nombre de la Asignatura		Biotecnología Hortícola	
Clave	081CP018	Créditos	5
Asignaturas Antecedentes	051CP046	Plan de Estudios	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Profesionales o Profesionalizantes	Analizar las herramientas existentes de la biotecnología en el campo hortícola para el mejoramiento de la producción bajo estándares y normas de calidad establecidas, en un contexto de sostenibilidad de acuerdo a las necesidades de alimentos mejorados genéticamente de forma innovadora para tomar el liderazgo en la solución de problemas actuales.

Carga Horaria de la asignatura

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

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Navojoa
Fecha de elaboración	6 de junio de 2025
Responsables del diseño	Olga Beltrán Ramírez.
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Preparación de materiales para la micropropagación de tejidos vegetales.	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.
Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales por diferentes metodologías	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.
Producción de híbridos frutales y ornamentales.	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.
Cultivo <i>in vitro</i> de <i>Trichoderma</i> spp.	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.
Diseñar un Bioreactor para la producción de <i>Trichoderma</i> spp.	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.
Cultivo <i>in vitro</i> de <i>Beauveria</i> spp.	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.

	hasta el internacional.
Diseñar un Biorreactor para la producción de <i>Beauveria spp.</i>	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

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC I
	Asociar los conceptos de biotecnología con el cultivo de tejidos vegetales para innovar en la producción y mejoramiento de plantas de importancia hortícola, considerando de forma responsable los avances disponibles para solucionar los problemas actuales, así como los estándares y normas de calidad establecidas para el desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas que permitan satisfacer las necesidades del mercado y contribuir al desarrollo del sector agrícola.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Preparación de materiales para la micropropagación de tejidos vegetales.	Conocer los requerimientos para llevar a cabo el cultivo de tejidos vegetales en un laboratorio, con la finalidad de establecer las condiciones que se necesitan en los laboratorios especializados de propagación y resolver los problemas de los mismos trabajando en equipo de forma organizada.
Práctica No. 2	Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales por diferentes metodologías	Realizar el procedimiento de cultivo de tejidos vegetales de acuerdo con la metodología descrita para tales laboratorios, con el fin de poner en práctica y visualizar los resultados de cada procedimiento siguiendo las normas de higiene y seguridad del laboratorio, trabajando en equipo de forma organizada.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC II
	Asociar los conceptos básicos de genética vegetal con las nuevas tecnologías biotecnológicas aplicadas a la horticultura conforme a lo permitido por la reglamentación internacional, para favorecer la implementación de estrategias innovadoras en el manejo óptimo de los cultivos hortícolas con visión y proyección al futuro para solucionar los problemas de campo agrícola actual, de la mano siempre de las consideraciones éticas pertinentes.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 3	Producción de híbridos frutales y ornamentales.	Realizar la producción de híbridos frutales, probando las diferentes técnicas utilizadas en la fruticultura internacional y ornamentales, con la finalidad de identificar las ventajas y desventajas de los diferentes métodos para nuestra región agrícola, innovando y trabajando en equipo de manera organizada.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC III
	Descubrir nuevas estrategias para la producción de biofertilizantes y biopesticidas para la mejora del manejo de productos hortofrutícolas de manera sostenible desde el campo de cultivo, aplicando e innovando las técnicas biotecnológicas de utilización de microorganismos para la solución de problemas.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 4	Cultivo in vitro de <i>Trichoderma spp.</i>	Practicar el cultivo <i>in vitro</i> cepas de <i>Trichoderma spp.</i> en medio selectivo, observando su morfología y analizando su potencial como agente de control biológico de fitopatógenos en el campo agrícola, de acuerdo con las indicaciones establecidas para su manejo en laboratorio, trabajando en equipo de forma organizada e innovando.
Práctica No. 5	Diseñar un Bioreactor para la producción de <i>Trichoderma spp.</i>	Diseñar y construir un prototipo funcional de biorreactor de bajo costo para la producción de <i>Trichoderma spp.</i> , integrando conocimientos de microbiología, ingeniería básica y producción agrícola sostenible de acuerdo a la normatividad actual, innovando, resolviendo problemas y trabajando en equipo.
Práctica No. 6	Cultivo <i>in vitro</i> de <i>Beauveria spp.</i>	Cultivar in vitro cepas de <i>Beauveria spp.</i> en medios nutritivos bajo condiciones controladas, con el fin de evaluar su viabilidad y producción como agente de biocontrol para el manejo de plagas en cultivos hortícolas, trabajando en equipo y solucionando problemas de forma organizada.
Práctica No. 7	Diseñar un Biorreactor para la producción de <i>Beauveria spp.</i>	Diseñar, construir y evaluar un prototipo de biorreactor de bajo costo para el cultivo y producción de <i>Beauveria spp.</i> , con fines de aplicación agrícola como bioinsecticida, siguiendo las indicaciones y normatividad existente, trabajando en equipo de manera organizada.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Preparación de materiales para la micropropagación de tejidos vegetales.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Conocer los requerimientos para llevar a cabo el cultivo de tejidos vegetales en un laboratorio, con la finalidad de establecer las condiciones que se necesitan en los laboratorios especializados de propagación y resolver los problemas de los mismos trabajando en equipo de forma organizada.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El cultivo de tejidos vegetales requiere una preparación meticulosa para garantizar la asepsia, la viabilidad del explante y el éxito del desarrollo in vitro. Esta práctica aborda la selección del material vegetal, la preparación de medios de cultivo con hormonas y suplementos, y la esterilización de todos los elementos a utilizar.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Plantas donadoras sanas (ej. tomate, tabaco, calabaza, etc.)
- Instrumental de disección estéril (bisturíes, pinzas, tijeras)
- Frascos o tubos de cultivo
- Autoclave, mechero Bunsen o cámara de flujo laminar
- Agitador magnético y placa calefactora
- Reactivos para medios (Murashige y Skoog – MS, sacarosa, agar, etc.)
- Hormonas vegetales: AIA, ANA, BAP, kinetina, 2,4-D
- Agua destilada
- Hipoclorito de sodio, etanol al 70%
- Papel aluminio, etiquetas

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Selección y preparación de explantes

- Seleccionar plantas donadoras sanas.
- Elegir el tipo de explante (hojas jóvenes, segmentos de tallo, ápices).
- Seccionar los explantes con bisturí en áreas a utilizar (segmentos de 0.5–1 cm).
- Desinfectar: sumergir en etanol (30 segundos) y luego en hipoclorito de sodio al 10% (10 minutos). Enjuagar con agua estéril destilada 3 veces.
- Reservar en frascos estériles.

2. Preparación del medio de cultivo

- Disolver los componentes de medio MS en agua destilada.
- Agregar sacarosa (30 g/L) y ajustar pH a 5.7.
- Añadir agar (para medio sólido).
- Verter en frascos de cultivo.
- Esterilizar en autoclave a 121 °C, 15 psi por 20 minutos.

3. Preparación de soluciones hormonales

- Preparar soluciones madre de hormonas en concentraciones stock (ej. 1 mg/mL).
- Almacenar en frascos ámbar o refrigerados según su sensibilidad a la luz.
- Añadir al medio una vez enfriado a 50 °C, si es necesario (en caso de que las hormonas no se esterilicen en autoclave).

4. Preparación de material

- Esterilizar el instrumental, guantes, frascos, pinzas, etc.
- Etiquetar los medios y materiales de acuerdo con su contenido.

RESULTADOS ESPERADOS

- Explantes desinfectados, sin daño visible.
- Medios de cultivo líquidos y sólidos correctamente preparados, con pH ajustado, sin contaminación, ni turbidez.
- Soluciones hormonales almacenadas y etiquetadas correctamente.
- Material de laboratorio esterilizado y listo para usarse.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿El proceso de desinfección fue eficaz? ¿Se observaron restos de cloro o daño en los tejidos?
- ¿Los medios de cultivo presentan signos de precipitación, contaminación o errores de preparación?
- ¿Las soluciones hormonales están correctamente diluidas y conservadas?
- ¿Se respetaron las condiciones de esterilización de todo el material?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La preparación adecuada de explantes, reactivos y medios es un paso crítico en el éxito del cultivo de tejidos. La correcta desinfección, formulación y esterilización permite minimizar contaminaciones y maximizar la viabilidad de los tejidos en cultivo.

- ¿Qué pasos fueron más complejos o críticos en esta práctica?
- ¿Cómo impacta un error en la preparación de medios en el éxito del cultivo?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Elaborar una ficha técnica ilustrada donde se resuma el procedimiento de preparación de medios y desinfección de explantes con imágenes, materiales, concentraciones y precauciones.

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.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales por diferentes metodologías
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Realizar el procedimiento de cultivo de tejidos vegetales de acuerdo con la metodología descrita para tales laboratorios, con el fin de poner en práctica y visualizar los resultados de cada procedimiento siguiendo las normas de higiene y seguridad del laboratorio, trabajando en equipo de forma organizada.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El establecimiento del cultivo requiere condiciones estériles, selección de explantes adecuados y medios con la composición hormonal correcta. Dependiendo del tipo de cultivo, se puede inducir la formación de callos, raíces o brotes.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Explantes desinfectados
- Frascos con medio de cultivo
- Pinzas y bisturí estériles
- Cámara de flujo laminar (o área esterilizada)
- Alcohol al 70%
- Mechero Bunsen
- Guantes, bata, etiquetas

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. **Montaje en área estéril**
 - Desinfectar superficie de trabajo.
 - Encender flujo laminar o mechero para mantener zona estéril.
 - Esterilizar pinzas y bisturí con llama o alcohol.
2. **Inoculación de explantes**
 - Con cuidado, colocar los explantes en el medio de cultivo.
 - Presionar ligeramente con la pinza para que queden firmemente en el agar.
3. **Cierre y etiquetado**
 - Tapar los frascos, etiquetar con fecha, tipo de explante y medio utilizado.
 - Colocar en condiciones de incubación (25 °C, fotoperiodo de 16/8 h luz/oscuridad).

RESULTADOS ESPERADOS

- Explantes correctamente colocados en medios de cultivo sin contaminación aparente.
- Frascos etiquetados con claridad.
- A los 7–14 días, se espera:
 - Formación de callos (con auxinas)
 - Brotación (con citoquininas)
 - Respuesta diferenciada según tipo de explante

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Los explantes presentaron signos de oxidación, necrosis o contaminación?
- ¿Qué respuesta se observó: callogénesis, organogénesis o necrosis?
- ¿Qué tipo de hormona mostró mejores resultados para el tipo de explante usado?
- ¿Qué diferencias se observaron entre los explantes utilizados?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El establecimiento del cultivo vegetal depende fuertemente de las condiciones de asepsia, la selección del explante y la composición hormonal del medio. Las respuestas fisiológicas observadas reflejan la interacción entre el tipo de tejido y los reguladores del crecimiento vegetal.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Diseño de un experimento comparativo: Cada equipo plantea un cultivo con diferentes combinaciones de auxinas y citoquininas (por ejemplo, BAP vs Kinetina) para evaluar efectos en distintos explantes (hoja vs tallo), llevando un registro fotográfico semanal.

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	

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Producción de híbridos frutales y ornamentales.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Realizar la producción de híbridos frutales, probando las diferentes técnicas utilizadas en la fruticultura internacional y ornamentales, con la finalidad de identificar las ventajas y desventajas de los diferentes métodos para nuestra región agrícola, innovando y trabajando en equipo de manera organizada.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>La hibridación es una técnica central en el mejoramiento genético vegetal, utilizada para combinar características deseables de dos parentales en una nueva variedad. En frutales y ornamentales, se utiliza principalmente para mejorar características como color, tamaño, resistencia a enfermedades, aroma o adaptabilidad. El éxito del proceso depende de la compatibilidad genética, el momento de la polinización y la viabilidad del polen y los óvulos.</p> <p>La propagación por esquejes consiste en utilizar fragmentos de tallo, hoja o raíz de una planta madre para generar un nuevo individuo genéticamente idéntico. En híbridos, esta técnica es fundamental cuando la reproducción sexual no conserva las características deseadas del cruzamiento, o cuando los híbridos son estériles. Se utiliza en muchas especies ornamentales (geranio, rosal, hortensia) y frutales (vid, higuera, mora, arándano).</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<p>MATERIAL PARA PRÁCTICA DE POLINIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantas parentales ornamentales (ej. petunias, geranios, lirios) y/o frutales pequeños (ej. tomate, chile, fresa, guayabo en maceta) • Pinzas finas, pinceles estériles • Lupa de mano o estereoscopio • Etiquetas, bolsas de polinización (papel o tela) • Alcohol al 70% y guantes • Cinta adhesiva, marcadores, lupa • Cámara o celular para registro visual <p>MATERIAL PARA PRÁCTICA CON ESQUEJES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especímenes híbridos obtenidos o seleccionados (rosales, bugambilias, geranios, lavanda, etc.) • Tijeras de poda desinfectadas • Hormona enraizante (ácido indolbutírico – AIB o ácido naftalenacético – ANA) • Charolas o macetas pequeñas • Sustrato estéril (perlita, turba, vermiculita) • Etiquetas y marcadores • Cámara o celular para evidencias • Bolsas plásticas o domos de humedad

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

PARTE 1: Selección de parentales y emasculación

1. Observación y selección de flores a utilizar (padre y madre) en su estadio óptimo.
2. Emasculación manual de flores femeninas: eliminar estambres con pinzas o tijeras finas sin dañar el pistilo.
3. Cubrir la flor emasculada con bolsa de polinización para evitar polinización cruzada no deseada.
4. Etiquetar con nombre de parentales, fecha y observaciones.

PARTE 2: Polinización controlada

1. Recolección de polen del parental masculino (estambres maduros con anteras abiertas).
2. Aplicación del polen en el estigma del parental femenino con pincel o pinza fina.
3. Cubrir nuevamente la flor con su bolsa de protección.
4. Registrar todo el procedimiento con fotos y anotaciones.

PARTE 3: Híbridos a partir de esquejes

1. Selección del híbrido parental (puede ser un resultado de la práctica anterior o una variedad ya establecida).
2. Corte del esqueje: seleccionar un tallo joven con al menos 2–3 nudos, realizar corte en bisel con tijeras limpias.
3. Tratamiento hormonal (opcional): sumergir la base del esqueje en una solución de AIB (ácido indolbutírico) para estimular la formación de raíces.
4. Plantación en sustrato estéril: colocar el esqueje en turba, perlita, vermiculita o mezcla de propagación previamente humedecida.
5. Etiquetado y colocación en cámara húmeda o bajo plástico para conservar humedad.
6. Observación semanal durante 3–4 semanas: registrar aparición de raíces y brotes.

RESULTADOS ESPERADOS

POLINIZACIÓN

- Correcta ejecución de emasculación y polinización.
- Registro visual del proceso completo.
- Desarrollo de fruto o evidencia de fecundación exitosa (en caso de que el tiempo lo permita).
- Aprendizaje sobre compatibilidad cruzada, morfología floral y manipulación en hibridación.

HIBRIDOS CON ESQUEJES

- Formación de raíces en un porcentaje significativo de esquejes.
- Emisión de nuevos brotes foliares.
- Conservación de características morfológicas del híbrido parental.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Se observó éxito en la polinización? ¿Qué indicios hubo (formación de fruto, hinchazón del ovario)?
- ¿Qué dificultades se presentaron durante el proceso?
- ¿Qué flores fueron más fáciles de trabajar? ¿Por qué?
- ¿Cómo influye el momento fenológico en el éxito de la hibridación?
- ¿Qué porcentaje de esquejes enraizó exitosamente?
- ¿Qué influencia tuvo el uso de hormona en la tasa de enraizamiento?
- ¿Se observaron diferencias según tipo de esqueje o especie?
- ¿Qué factores ambientales influyeron en el éxito de la propagación?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La hibridación manual es una herramienta poderosa en el mejoramiento genético de cultivos ornamentales y frutales. Requiere precisión, conocimiento del desarrollo floral y cuidado en las condiciones de aislamiento y polinización. Esta práctica brinda una experiencia clave en la manipulación genética vegetal con aplicación comercial directa.

La propagación por esqueje es una técnica clave para preservar características deseadas de híbridos, especialmente en especies que no reproducen fielmente por semilla. Requiere condiciones de humedad, higiene y manejo adecuado del material vegetal.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Diseña un protocolo de propagación por esquejes para una planta híbrida de interés comercial u ornamental, considerando:

- Tipo de esqueje (apical, intermedio, hoja)
- Uso de hormona enraizante
- Sustrato ideal
- Condiciones ambientales óptimas

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	

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Cultivo in vitro de <i>Trichoderma spp.</i>
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Practicar el cultivo in vitro cepas de <i>Trichoderma spp.</i> en medio selectivo, observando su morfología y analizando su potencial como agente de control biológico de fitopatógenos en el campo agrícola, de acuerdo con las indicaciones establecidas para su manejo en laboratorio, trabajando en equipo de forma organizada e innovando.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<i>Trichoderma spp.</i> es un género de hongos filamentosos del suelo, ampliamente utilizado como biocontrolador debido a su capacidad de competir, parasitar y producir metabolitos antifúngicos frente a fitopatógenos como <i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> y <i>Sclerotinia</i> . El cultivo in vitro permite su identificación morfológica, producción masiva y conservación para futuras aplicaciones agrícolas.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar) o específico para hongos • Placas Petri estériles • Autoclave o olla de presión • Mechero Bunsen o lámpara de alcohol • Asa de siembra o espátula • Cepas de <i>Trichoderma spp.</i> (pueden obtenerse de suelo agrícola, compost o cepas comerciales) • Cajas de Petri con cultivos contaminados (opcional) • Papel parafilm, marcador, etiquetas • Microscopio óptico

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<p>Sesión 1: Preparación del medio y siembra</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar el medio PDA y esterilizar en autoclave. 2. Verter el medio en placas Petri bajo condiciones estériles y dejar solidificar. 3. Obtener la cepa de <i>Trichoderma</i> mediante: <ul style="list-style-type: none"> ○ Siembra directa de una espora o fragmento micelial, o ○ Aislamiento desde suelo diluido o rizosfera por técnica de dilución y siembra. 4. Incubar las placas a 25–28 °C durante 5 a 7 días. <p>Sesión 2: Observación y registro</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Observar el crecimiento micelial, coloración y morfología de las colonias. 2. Tomar muestras para observar esporulación y estructuras microscópicas. 3. Registrar datos fotográficos y morfométricos.

RESULTADOS ESPERADOS

- Crecimiento rápido del micelio característico de *Trichoderma spp.* (verde a blanco, algodonoso al inicio, con coloración esporulada verde oscuro).
- Ausencia de contaminación si las condiciones asépticas fueron correctas.
- Observación de conidióforos y conidios bajo microscopio.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Las condiciones de cultivo favorecieron el desarrollo de *Trichoderma*?

¿Se observó contaminación? ¿En qué parte del proceso pudo haber ocurrido?

¿Cuál fue el tiempo promedio de esporulación?

¿Qué diferencias se encontraron entre distintas muestras o cepas?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El cultivo in vitro de *Trichoderma spp.* permite su identificación, multiplicación y potencial uso como biofungicida. Esta práctica representa una base para su uso sostenible en la horticultura moderna como alternativa a fungicidas químicos.

¿Qué ventajas ofrece el uso de *Trichoderma* frente a agroquímicos tradicionales?

¿Qué retos técnicos se deben superar para aplicarlo en campo?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Diseña una bioformulación básica con *Trichoderma spp.* para aplicación en campo, indicando:

- Tipo de formulación (líquida o sólida)
- Ingredientes adicionales (melaza, talco, etc.)
- Método de aplicación en plantas hortícolas

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.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Diseñar un Bioreactor para la producción de <i>Trichoderma spp.</i>
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Diseñar y construir un prototipo funcional de biorreactor de bajo costo para la producción de <i>Trichoderma spp.</i> , integrando conocimientos de microbiología, ingeniería básica y producción agrícola sostenible de acuerdo a la normatividad actual, innovando, resolviendo problemas y trabajando en equipo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Los biorreactores son sistemas cerrados que permiten el cultivo controlado de organismos como hongos, bacterias o algas, en condiciones óptimas para su crecimiento. *Trichoderma spp.* se ha convertido en un agente biocontrolador ampliamente utilizado. La producción en biorreactores permite su multiplicación a gran escala, mejorando su eficiencia y calidad como bioinsumo. El diseño depende de factores como el tipo de cultivo (sumergido o sólido), la aireación, agitación y esterilidad

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Frascos de vidrio, garrafones de plástico o botellas tipo fermentador (5–10 L)
- Bomba de aire para acuario
- Difusores de aire y tubos de silicón
- Agitador magnético o mecánico (opcional)
- Filtro de algodón o microporo
- Válvulas de entrada/salida
- Termómetro, pH-metro (si se dispone)
- Medio de cultivo líquido: melaza, agua, extracto de levadura, sales minerales
- Cepa de *Trichoderma spp.*
- Material de laboratorio: guantes, etiquetas, cinta, alcohol al 70%

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Sesión 1: Diseño y armado del biorreactor

1. En equipos, analizar el esquema de un biorreactor casero (modelo tipo batch sumergido).
2. Dibujar un diseño que incluya:
 - Recipiente de fermentación
 - Entrada de aire y filtro
 - Sistema de agitación (manual o mecánico)
 - Salida de producto
3. Armar el prototipo con materiales disponibles, cuidando condiciones de limpieza.
4. Esterilizar el sistema con alcohol o mediante autoclave (si es posible).

Sesión 2: Inoculación y cultivo

1. Preparar medio de cultivo líquido (ej. agua + 5% melaza + extracto de levadura).
2. Inocular con esporas de *Trichoderma spp.* o fragmentos miceliales.
3. Activar el sistema de aireación y agitación, si aplica.
4. Incubar a temperatura ambiente (25–28 °C) por 3–5 días.
5. Registrar diariamente el crecimiento (color, turbidez, olor, espuma, pH).

RESULTADOS ESPERADOS

- Crecimiento visible de *Trichoderma spp.* en medio líquido.
- Formación de biomasa (micelio suspendido o sedimento).
- Funcionamiento básico del biorreactor casero.
- Comprensión de parámetros como oxigenación, pH y contaminación

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿El biorreactor funcionó correctamente?
- ¿Qué diseño fue más eficiente y por qué?
- ¿Hubo contaminación? ¿En qué etapa?
- ¿Cuál fue la velocidad de crecimiento observada?
- ¿Se podría escalar este sistema a nivel semiindustrial?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El diseño de un biorreactor casero para *Trichoderma spp.* permite entender los principios de producción biotecnológica de agentes de biocontrol. Esta herramienta práctica puede ser adaptada en viveros, fincas y laboratorios con bajos recursos para la producción local de bioinsumos.

- ¿Qué importancia tiene el diseño de sistemas de bajo costo para el agricultor?
- ¿Cómo se puede mejorar la eficiencia del cultivo en biorreactores caseros?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Elabora un plan de escalamiento de tu biorreactor para la producción de *Trichoderma spp.* en un vivero comercial, considerando:

- Volumen de producción deseado
- Tipo de sistema (batch, continuo)
- Posibles fuentes de contaminación
- Costos estimados y tiempo de producción

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	

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Cultivo <i>in vitro</i> de <i>Beauveria spp</i>
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Cultivar <i>in vitro</i> cepas de <i>Beauveria spp.</i> en medios nutritivos bajo condiciones controladas, con el fin de evaluar su viabilidad y producción como agente de biocontrol para el manejo de plagas en cultivos hortícolas, trabajando en equipo y solucionando problemas de forma organizada.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p><i>Beauveria spp.</i> es un género de hongos entomopatógenos que infectan insectos plaga mediante contacto directo con sus esporas, penetrando su cutícula y colonizando su cuerpo. Su cultivo <i>in vitro</i> permite su propagación masiva para su posterior uso como bioinsecticida. El crecimiento de <i>Beauveria</i> se puede lograr en medios sólidos (como PDA o arroz) o líquidos (sumergidos), lo que facilita la producción de conidios o micelio según el objetivo.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Cepas de <i>Beauveria bassiana</i> (comercial o aislada) • Medio de cultivo PDA (Papa-Dextrosa-Agar) o SDA (Sabouraud) • Placas Petri estériles • Frascos de cultivo o Erlenmeyers con medio líquido (opcional) • Autoclave u olla de presión para esterilizar • Mechero Bunsen o lámpara de alcohol • Asa de siembra / espátula / micropipetas • Cámara de incubación o caja de cartón aislada • Microscopio óptico • Alcohol al 70 %, guantes, etiquetas, marcador

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<p>Sesión 1: Preparación del medio y siembra</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar el medio de cultivo (PDA o SDA) y esterilizarlo en autoclave. 2. Servir el medio estéril en placas Petri dentro de una cabina limpia. 3. Inocular el hongo <i>Beauveria spp.</i> en el centro de cada placa con una espora o fragmento micelial. 4. Tapar, etiquetar y sellar con parafilm. 5. Incubar las placas a 25–28 °C durante 7–10 días. <p>Sesión 2: Observación y evaluación del crecimiento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Observar el crecimiento micelial diariamente: color, textura, diámetro. 2. Registrar mediante fotografías y medir el avance del crecimiento. 3. Tomar una muestra para observación microscópica de estructuras (conidios y hifas). 4. (Opcional) Transferir fragmentos del cultivo a medio líquido para ver comportamiento en fermentación.

RESULTADOS ESPERADOS

- Desarrollo de colonias blanco-algodonosas, que se tornan polvorientas por esporulación.
- Observación de esporas (conidios) y estructuras de propagación bajo el microscopio.
- Crecimiento radial constante y sin contaminación en condiciones adecuadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Qué tasa de crecimiento tuvo *Beauveria* en medio sólido?

¿Se logró la esporulación? ¿Cómo se ve la madurez del cultivo?

¿Qué condiciones favorecieron u obstaculizaron su desarrollo?

¿Hubo presencia de contaminantes? ¿En qué momento?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El cultivo in vitro de *Beauveria spp.* permite obtener biomasa y esporas con potencial entomopatógeno, lo cual lo convierte en un recurso biotecnológico valioso para el manejo de plagas en cultivos hortícolas. Esta práctica proporciona fundamentos clave para futuras aplicaciones agroindustriales sostenibles.

¿Cuáles son las ventajas del uso de hongos entomopatógenos frente a plaguicidas químicos?

¿Qué importancia tiene la producción local de bioinsecticidas?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Diseña un bioinsecticida artesanal con *Beauveria spp.* aplicable a cultivos hortícolas.

Considera:

- El tipo de formulación (sólida o líquida)
- Método de aplicación (aspersión, enraizamiento, etc.)
- Dosis sugerida por superficie
- Condiciones de almacenamiento

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.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Diseñar un Biorreactor para la producción de <i>Beauveria spp.</i>
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Diseñar, construir y evaluar un prototipo de biorreactor de bajo costo para el cultivo y producción de <i>Beauveria spp.</i> , con fines de aplicación agrícola como bioinsecticida, siguiendo las indicaciones y normatividad existente, trabajando en equipo de manera organizada.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno usado en el control biológico de insectos plaga. Para su producción a escala, se requiere un sistema que proporcione condiciones óptimas de crecimiento: aireación, temperatura, humedad, nutrientes y esterilidad. Los biorreactores permiten estas condiciones de manera controlada, aumentando la eficiencia de producción y reduciendo costos frente a métodos tradicionales.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Recipientes de 3–5 L (vidrio, plástico grado alimenticio o acero inoxidable)
- Aireador de acuario con bomba de aire y tubos de silicón
- Filtros de algodón o microporo
- Agitador magnético o mecánico (opcional)
- Válvulas de entrada/salida
- Termómetro, pH-metro (si se cuenta con ellos)
- Medio de cultivo: caldo Sabouraud (glucosa + peptona) o medio melaza-levadura
- Cepa de *Beauveria bassiana*
- Material de esterilización (autoclave, olla exprés, alcohol)
- Guantes, etiquetas, cinta, marcador

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Sesión 1: Diseño y construcción del biorreactor

1. **Diseñar en equipos un biorreactor sumergido tipo batch**, incluyendo:
 - Entrada de aire filtrado
 - Agitación (manual o mecánica)
 - Puerto de inoculación
 - Puerto de muestreo/salida
2. Construir el prototipo con materiales disponibles, cuidando la limpieza.
3. Esterilizar el sistema con alcohol o vapor.
4. Simular el funcionamiento del biorreactor vacío para detectar fugas y asegurar flujo de aire.

Sesión 2: Preparación del cultivo e inoculación

1. Preparar y esterilizar el medio de cultivo elegido.
2. Introducir el medio en el biorreactor bajo condiciones asépticas.
3. Inocular con esporas o fragmentos miceliales de *Beauveria spp.*
4. Poner en funcionamiento el sistema (aireación, agitación si aplica).
5. Incubar a 25–28 °C por 4–7 días.
6. Tomar muestras diarias para evaluar crecimiento, pH, olor y turbidez.

RESULTADOS ESPERADOS

Desarrollo de biomasa micelial y esporulación en el medio líquido.

Funcionamiento operativo del biorreactor sin contaminaciones visibles.

Generación de un cultivo viable para pruebas bioinsecticidas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿El diseño fue funcional para el cultivo de *Beauveria* spp.?

¿Qué variables favorecieron u obstaculizaron el crecimiento?

¿El sistema presentó contaminación? ¿Dónde?

¿Qué ajustes permitirían escalar la producción?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El uso de biorreactores caseros para el cultivo de *Beauveria* spp. representa una alternativa viable y sostenible para la producción local de bioinsecticidas. Esta práctica fortalece la comprensión de los principios del diseño biotecnológico aplicado a la agricultura sustentable.

¿Cómo influye el diseño del biorreactor en la eficiencia de producción?

¿Qué importancia tiene la autonomía en la producción de bioinsumos para un horticultor?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Propuesta técnica de aplicación del bioinsecticida producido:

Diseña un protocolo para aplicar el cultivo de *Beauveria* spp. en campo o vivero para el control de una plaga específica (ej. mosca blanca, trips, etc.). Incluye:

- Método de formulación (líquido o sólido)
- Dosis sugerida
- Frecuencia de aplicación
- Manejo postaplicación

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. John Wiley & Sons. https://www.researchgate.net/publication/265086887_In_Book_Principles_of_Plant_Genetics_and_Breeding_Chapter_9_Plant_Reproductive_Systems_Maize_and_Tripsacum_hybridization_and_the_transfer_of_apomixis_Publisher_Blackwell_Editors_G_Acquaah_pp172-180
- Chilebio Multimedia. (6 de enero). Conoce las distintas herramientas biotecnológicas para realizar mejoramiento genético vegetal. <https://youtu.be/3Jinm3bzVZA?si=R7aViBeyx5MUpzq>
- Dante bioTEC (2021, 29 de junio). BIOTECNOLOGÍA VERDE | Biotecnología Vegetal y sus Aplicaciones. <https://youtu.be/NzL47sfS-QM?si=FLksosKYVNJGWXJq>
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/75579/05052014_DS_Biotecnologia_ES.pdf
- Izquierdo-Tolosa, A. M., Pérez-Zazueta, G., et al. (2014). Biotecnología. Secretaría de Economía de México, Pro México. Recuperado de
- Kyte, L., Kleyn, J., Scoggins, H., & Bridgen, M. (2013). Plants from test tubes: An introduction to micropropagation. TimberPress. https://hackteria.org/wiki/images/6/64/Plants_From_Test_Tubes_Complete.pdf
- Mancera, H. A., & Livera Muñoz, M. (2017). Morfogénesis in vitro de Mammillaria plumosa Weber. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(4), 863-876. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263152088009.pdf>
- Pedraza, R. O., Teixeira, K. R., Scavino, A. F., de Salamone, I. G., Baca, B. E., Azcón, R., ... & Bonilla, R. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión. Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 11(2), 155-164. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945029007.pdf>
- Reddy, M. S., Ilao, R. I., & Faylon, P. S. (2014). Recent advances in biofertilizers and biofungicides (PGPR) for sustainable agriculture. Cambridge Scholars Publishing. <https://www.cambridgescholars.com/resources/pdfs/978-1-4438-6515-9-sample.pdf>
- Reddy, M. S., Ilao, R. I., & Faylon, P. S. (2014). Recent advances in biofertilizers and biofungicides (PGPR) for sustainable agriculture. Cambridge Scholars Publishing. <https://www.cambridgescholars.com/resources/pdfs/978-1-4438-6515-9-sample.pdf>
- Santos Villalobos, S. D. L., Parra Cota, F. I., Herrera Sepúlveda, A., Valenzuela Aragón, B., & Estrada Mora, J. C. (2018). Colección de microorganismos edáficos y endófitos nativos para contribuir a la seguridad alimentaria nacional. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(1), 191-202. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342018000100191
- Téllez-Román, J., López-Peralta, M. C. G., Hernández-Meneses, E., Estrada Luna, A. A., Zavaleta
- Trigiano, R. N. (2018). Plant Tissue Culture Concepts and Laboratory Exercises. Routledge. https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781351424042_A37412525/preview9781351424042_A37412525.pdf

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

OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	
Objetivos específicos	

HIPÓTESIS, EXPECTATIVA O PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL

HIPÓTESIS, EXPECTATIVA O PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS
Materiales	
Equipamiento	
Reactivos	

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