



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS Y PESQUERAS**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**  
**PROGRAMA**

**1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

**NOMBRE Y CLAVE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Manejo de Sustratos en los Sistemas de Producción Protegidos	
--	--

**DOCENTE(S) RESPONSABLE(S)**

Dra. Elia Cruz Crespo
-----------------------

SEMESTRE	ÁREA DE FORMACIÓN	TIPO DE UNIDAD DE APRENDIZAJE
I, II, III, IV, V, VI,VII,VIII	Especializante	Optativa

ORIENTACIÓN	LÍNEA DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO (LGAC)	T.U.D.C.
Ciencias Agrícolas	Sistemas de Producción Hortícola	Curso teórico-práctico

HORAS DE TEORÍA	HORAS DE PRÁCTICA	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE	TOTAL DE HORAS	VALOR EN CRÉDITOS
44	20	32	96	6

FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ACTUALIZACIÓN
Junio de 2014	10 de abril de 2021

ELABORADO POR:	ACTUALIZADO POR:
Dra. Elia Cruz Crespo	Dra. Elia Cruz Crespo /Dr. Álvaro Can Chulim

**2. PRESENTACIÓN (Justificación)**

La unidad de aprendizaje Manejo de Sustratos en los Sistemas de Producción Protegidos es relevante para los estudiantes en

la línea de formación especializada en las ciencias agrícolas. Esta presenta la relevancia del uso de sustratos para el cultivo de plantas hortícolas de importancia comercial, por lo que se dan a conocer los criterios a considerar para la elección de un sustrato; también se muestran las principales propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos y su impacto sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos, por lo que se consideran los principales métodos para la caracterización de sustratos. La presente unidad de aprendizaje se relaciona con la unidad de aprendizaje calidad del agua, y fortalece ampliamente la unidad de aprendizaje Cultivos Hidropónicos. La unidad de aprendizaje Manejo de sustratos en los sistemas de producción protegidos se imparte en cualquier semestre, se clasifica como curso teórico práctico; el tiempo destinado a la unidad de aprendizaje será de cuatro horas semana, con 44 horas teoría y 20 horas práctica en el semestre, otorgando un total de 6 créditos.

### **3. OBJETIVO**

Al finalizar la unidad de aprendizaje el estudiante será capaz de diferenciar los tipos de materiales, de un lugar determinado, con potencial para ser utilizados como sustratos, y caracterizarlos en sus propiedades físicas, químicas y biológicas con el fin de ofrecer el medio de crecimiento más adecuado para el sistema radicular de acuerdo a la especie, y eficientizar el riego y la nutrición considerando estas propiedades y el conocimiento sobre de la interacción planta-sustrato-ambiente, logrando plantas de buen crecimiento, rendimiento y calidad de producto, con enfoque sustentable.

### **4. RELACIÓN CON EL PERFIL DE EGRESO**

La unidad de aprendizaje Manejo de Sustratos en los Sistemas de Producción Protegidos contribuye en la formación del doctorante del área de ciencias agrícolas en el contexto de la producción no convencional enfocada en el uso de medios de crecimiento diferentes al suelo (sustratos) con la aplicación de los conocimientos científicos en torno a estos con un enfoque sustentable. Esto permitirá al egresado desarrollarse en la actividad de investigación científica y docencia para mejorar o proponer nuevos sustratos adecuados para la producción de acuerdo a el área o la zona y nivel económico, con la meta de eficientizar el uso de los recursos agua y fertilizantes; también, le permitirá desarrollarse en el área de la producción con nivel tecnológico aceptable.

El egresado tendrá capacidad para difundir el conocimiento generado en la investigación científica de forma verbal y escrita en diferentes medios, además de evaluar diferentes documentos científicos en torno al cultivo en sustratos y afines. El egresado tendrá la habilidad para la organización y trabajo en equipo (grupos de investigación) para la generación de ideas o proyectos de investigación innovadores encaminados en la resolución de problemáticas en la sociedad, todo con una actitud responsable, crítica, de trabajo en equipo y compromiso con la sociedad y el medio ambiente.

## **5. CONTENIDO TEÓRICO-PRÁCTICO-FORMATIVO**

### **1.0 Aspectos preliminares relevantes sobre los sustratos**

- 1.1 El término sustrato
- 1.2 Historia sobre el uso de los sustratos
- 1.3 Justificación actual del uso de los sustratos
- 1.4 Situación actual y perspectivas del uso de los sustratos

### **2.0 Clasificación de los materiales utilizados como sustratos**

- 2.1 Clasificación en función de las propiedades
- 2.2 Clasificación en función del origen
- 2.3 Clasificación en función del uso

### **3.0 Criterios para la elección de materiales como sustratos**

- 3.1 Aspecto económico
  - 3.1.1 Disponibilidad o suministro
  - 3.1.2 Homogeneidad
  - 3.1.3 Costo
- 3.2 Aspecto ambiental
  - 3.2.1 Sustentabilidad
  - 3.2.2 Reutilización
- 3.3 Aspecto técnico
  - 3.3.1 Manejo
  - 3.3.2 Especie a cultivar
  - 3.3.3 Objetivo de la producción
  - 3.3.4 Método de riego

### **4.0 Composición del medio de cultivo sustrato**

- 4.1 Fase sólida
- 4.2 Fase líquida
- 4.3 Fase gaseosa
- 4.4 Factores que influyen en la composición del medio de crecimiento

### **5.0 Propiedades de los sustratos**

- 5.1 Propiedades físicas
  - 5.1.1 Porosidad total
  - 5.1.2 Porosidad de aire

- 5.1.3 Capacidad de retención de agua
- 5.1.4 Granulometría
- 5.1.5 Estructura
- 5.1.6 Densidad real y aparente
- 5.1.7 Humectabilidad
- 5.1.8 Contracción de volumen
- 5.1.9 Curva característica de humedad
- 5.1.10 Factores que influyen en mezclas de sustratos
- 5.1.11 El sustrato ideal
- 5.2 Métodos para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos
  - 5.2.1 Preparación de la muestra
  - 5.2.2 Métodos para la determinación de EPT, CA y CRA
    - 5.2.2.1 Porometro y otros
    - 5.2.2.2 *in situ*
  - 5.2.3 Método para la determinación de granulometría, distribución de tamaño de partículas e índice de grosor
  - 5.2.4 Método para determinación de la densidad aparente y densidad real
  - 5.2.5 Método para la determinación de la humectabilidad
  - 5.2.6 Método para determinación de la densidad aparente
  - 5.2.7 Técnicas para observación y análisis del sustrato y raíz *in situ*
- 5.3 Propiedades químicas y físico-químicas
  - 5.3.1 pH
  - 5.3.2 CIC y CIA
  - 5.3.3 CE y Salinidad
  - 5.3.4 Factores que influyen en las propiedades químicas
- 5.4 Técnicas de caracterización química de los sustratos
  - 5.4.1 Preparación de la muestra
  - 5.4.2 Determinación pH, CE, CIC, CIA, Salinidad

## **6.0 Contenedores y su relación con el sustrato**

- 6.1 Características de los contenedores
  - 6.1.1 Tamaño y forma de contenedores
  - 6.1.2 Materiales de contenedores
- 6.2 Problemática en la producción de plantas por las características del contenedor-sustrato

## **7.0 Métodos de desinfección de sustratos**

- 7.1 Métodos físicos

## 7.2 Métodos químicos

### **8.0 Determinación del gasto de agua en un cultivo en sustrato y su efecto en la planta**

#### 8.1 Estrategia general

##### 8.1.1 Uso de la bandeja de drenaje

##### 8.1.2 Método de la balanza

#### 8.2 Por las propiedades físicas del sustrato

##### 8.2.1 Curvas de drenaje

##### 8.2.2 Uso de calendario de riego preestablecido

#### 8.3 Relación sustrato-riego-crecimiento-rendimiento y calidad de producto agrícola

### **PRÁCTICAS**

Práctica 1. Propiedades físicas de sustratos

Práctica 2. Determinación de la curva característica de humedad

Práctica 3. Determinación de las propiedades químicas de un sustrato

Práctica 4. Evaluación del crecimiento de cultivos en sustratos

Práctica 5. Observación y muestreo de materiales *in situ*

## **6. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS**

<b>ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA</b>	<b>ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE</b>
Exposición de temas por parte del docente	Tomar notas en clase. Discusión de tópicos
Otorgar documentos científicos para lectura	Leer y extraer información relevante (resumen, cuadro sinóptico, mapas conceptuales, cuadros comparativos, diagramas, líneas del tiempo), resolver dudas durante la extracción de la información)
Presentación de videos, video tutorial	Visualizar video y extraer información relevante (resumen, cuadro sinóptico, mapas conceptuales, cuadros comparativos, diagramas, líneas del tiempo) resolver dudas durante la extracción de la información)
Cuestionario	Contestar preguntas correctamente
Solicitud de investigación de tópico	Exponer el tópico investigado (resolver dudas previamente a la exposición).
Ejemplificar el establecimiento de cultivos en sustratos, y llevar a cabo su manejo.	Establecer un cultivo en sustrato y llevar a cabo su manejo
Solicitud de trabajos con calidad y entrega en	Presentar los diferentes trabajos de manera organizada y con orden lógico

tiempo	empleando los conceptos y palabras adecuadas. Entrega puntual en fecha y hora.
Solicitud de limpieza en el área de invernadero o laboratorio	Limpiar el lugar utilizado en invernadero o laboratorio, entregar los equipos, frascos de reactivos y materiales limpios, y en ordenados en su lugar.

## 7. SISTEMA DE EVALUACIÓN

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	CRITERIOS DE DESEMPEÑO
Examen escrito	<p>Dominio de conceptos y los tópicos observados en clase. Evaluación de acuerdo a respuestas en el examen. Se calificará cada examen en la escala de 1 a 100 %. Se sumarán las calificaciones de cada examen y se promediarán. El promedio de los exámenes igual a 100 corresponderá al 25 % de la calificación total final total.</p>
Tareas: resumen, cuadro sinóptico, mapas conceptuales, cuadros comparativos, diagramas, líneas del tiempo (de revisión de documentos o videos). cuestionarios	<p>La calificación estará en función de la calidad (presentación, y uso de conceptos y términos correctos), organización de la información (coherencia de ideas, lógica de la información), y de la puntualidad en la entrega. En el caso de cuestionarios la calificación estará en función de las respuestas. La suma de las calificaciones de las tareas asignadas se promediará. La calificación promedio del 100 % corresponderá al 15 % de la calificación final total.</p>
Reporte de prácticas	<p>En el reporte de práctica se calificará: Organización (introducción, objetivos, resultados y discusión, conclusión, bibliografía consultada), y calidad de la información (incluye fuentes consultadas): ..... 45% Desempeño durante la practica (presentación de datos lógicos, o presentación del cultivo in situ.....45% *El reporte de práctica esta interrelacionado con el desempeño de la práctica. Puntualidad en la entrega.....5 % Sintaxis y coherencia de ideas.....5%</p>

	La calificación del reporte será en la escala de 1 a 100, donde las calificaciones de total de reportes se sumarán y promediarán. La calificación promedio si es igual a 100 corresponderá al 35 % de la calificación total final.
Trabajos de investigación (exposiciones)	Cada trabajo de investigación será evaluado de acuerdo a los siguientes criterios: Entrega del trabajo escrito.....35% Calidad de presentación (diapositivas) .....35% Dominio del tema.....30% La calificaciones de los trabajos de investigación se sumaran y promediarán. La calificación promedio si es igual a 100 este corresponderá al 25 % de la calificación total final

## 8. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

CRITERIOS DE ACREDITACIÓN	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener una calificación mínima de 80 en una escala de 0 al 100</li> <li>• Asistencia mínima del 90% de las sesiones.</li> </ul>	Examen escrito.....25%
	Trabajo de investigación(exposición) .....25%
	Reporte de prácticas.....35%
	Tareas.....15%

## 9. ACERVOS DE CONSULTA

BÁSICOS
Ansorena J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. Mundi-Prensa. Madrid, España. 172 p.
Barretta, G.E., P.D. Alexander, J.S. Robinsonb, and N.C. Braggc. 2016. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems – A review. Scientia Horticulturae 212: 220–234.
Blok, C., Eveleens, B. and van Winkel, A. 2021. Growing media for food and quality of life in the period 2020-2050. Acta Horticulturae. 1305: 341-356
Bragg, N. and Alexander, P. 2019. A review of the challenges facing horticultural researchers as they move toward sustainable growing media. Acta Horticulturae 1266: 7-14.

- Cruz-Crespo, E.; Can-Chulim, A.; Pineda-Pineda, J.; Moreno-Velázquez, D.; Aguilar-Benítez, G.; y García-Paredes, J. D. 2019. Relación entre las propiedades físicas de mezclas de lombricompost con tezontle, piedra pómez y cascarilla de arroz. *Revista Agrociencia* 53: 1-12.
- Jackson, B.E.; Judd, L.A.; Fonteno, W.C. 2017. Rhizometer root tracing techniques and digital image analysis for assessing and quantifying seedling root growth in substrates. *Acta Hortic.* 1168: 311-316.
- Luna-Fletes, J.A.; Cruz-Crespo, E.; y Can-Chulim, A. 2021. Piedra pómez, tezontle y soluciones nutritivas en el cultivo de tomate cherry. 2021. *Terra Latinoamericana* 39: 1-12. e781.
- Leiber-Sauheittl, K.; Bohne, H.; and Boettcher, J. 2021. Peat substitutes from renewable resources and landscape conservation materials. *Acta Horticulturae* 1305: 545-552.
- Michel, J.C., Jackson, B.E. and Fonteno, W.C. 2021. The use of coir for reducing risks of peat-based substrate hydrophobicity. *Acta Horticulturae* 1305: 449-454.
- Orta-Guzmán, V.N.; Lois-Correa, J.A.; Domínguez-Crespo, M.A.; Pineda-Pineda, J.; Torres-Huerta, A.M.; Rodríguez-Salazar, A.E.; Licona-Aguilar, Á.I. 2021. Evaluation of sugarcane agroindustrialwastes as substrate in soilless cultivation of tomato (*S. lycopersicum* Linnaeus): effect of substrate composition on yield production. *Agronomy* 11: 206-228.
- Urrestarazu G., M. Tratado de cultivo sin suelo. 2004. Mundi-Prensa. España. 914 p.
- Zazirska, M., Owen, J.S., Altland, J.E. and Fields, J.S. 2021. Relationship between particle size summation curves and the moisture characteristic curve for soilless substrates. *Acta Horticulturae.* 1305: 209-218.

## COMPLEMENTARIOS



Amery, F.; Debode, J.; Ommeslag, S.; Visser, R.; De Tender, C.; Vandecasteele, B. 2021. Biochar for circular horticulture: feedstock related effects in soilless cultivation. *Agronomy*: 11 (629): 1-22.

Banitalebi, G., Mosaddeghi, M.R. and Shariatmadari, H. 2021. Evaluation of physico-chemical properties of biochar-based mixtures for soilless growth media. *J Mater Cycles Waste Manag.* <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01181-z>

Siti F., M. M., Baharulrazi, N., Che M. S. H., Suhaini A.M, Qistina Wan W.S., Ahmad S., Norhidayah A. Y., Nor A. Y. 2021. The effect of soilless media and foliar application on the growth and yield of *Solanum lycopersicum*. *Chemical Engineering Transactions*. 83: 325-330.

## 10. PERFIL PROFESIOGRÁFICO

<b>Área de especialidad:</b>	Cultivo sin suelo.
<b>Grado académico mínimo:</b>	Doctorado en Ciencias en el Área de Ciencias Agrícolas.
<b>Experiencia docente:</b>	En nivel posgrado en maestría.
<b>Experiencia en investigación:</b>	Responsable de proyectos de investigación en relación a los sustratos, publicación en revistas científicas sobre sustratos.
<b>Idiomas:</b>	Lectura y comprensión de documentos en inglés.