



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

Área de Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras

Coordinación de Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias

PROGRAMA ACADÉMICO DE DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE Y CLAVE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Manejo de Sustratos en los Sistemas de Producción Protegidos

FECHA DE ELABORACIÓN

Dra. Elia Cruz Crespo
Mayo de 2012

FECHA DE ACTUALIZACIÓN

Dra. Elia Cruz Crespo
Marzo de 2017

2. PRESENTACIÓN

Aunado al crecimiento de la industria de la producción en invernaderos, también se tiene un incremento en el uso de sustratos los cuales han ido desplazando paulatinamente el uso del suelo. Esto se atribuye a que cada vez se intensifican los problemas con la producción en suelo, debido a la degradación física, química y biológica de los mismos; así también, aunado a esto el incremento de superficies con presencia de organismos patógenos difíciles de erradicar (hongos, bacterias y nematodos, principalmente) causan diversas enfermedades en los cultivos y consecuentemente disminución de rendimientos y calidad del producto.

En México y el mundo son diversos los materiales de diferente origen que pueden destinarse como medios de crecimiento. Un ejemplo de estos es el tezontle, agrolita, grava, arena, fibra de coco, polvo de coco, lombricompostas de distintos productos, jal, zeolita, cascarilla de arroz, lodos industriales, y diversos desechos agropecuarios. Sin embargo, antes de decidir sobre la utilización de alguno de estos deben ser procesados, según su origen, y caracterizados en sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

En los sistemas en sustratos se tiene control del riego y la nutrición de las plantas; no obstante, la eficiencia de estos depende en gran parte de las propiedades de éstos, principalmente de las propiedades físicas, las cuales coadyuvarán en explicar los resultados en aspectos como el establecimiento del cultivo, manejo del riego, nutrición, rendimiento, calidad, costos de producción y reutilización del mismo.

La presente unidad de aprendizaje aborda temas con respecto a los sustratos para analizar en 48 h aula y 48 h de trabajo independiente, dando un total de 96 h. Aporta 6 créditos en el historial académico del estudiante.

3. OBJETIVOS

Diferenciar los tipos de materiales con potencial para ser utilizados como sustratos, y manipularlos en función de la caracterización física, química y biológica para ofrecer un medio de crecimiento adecuado para el desarrollo radicular, así también manejar el riego y nutrición considerando estas propiedades, con la finalidad de contribuir en un mejor crecimiento de la planta, rendimiento, calidad e inocuidad del producto, y mejor uso de los recursos agua y suelo.

4. RELACIÓN CON EL PERFIL DE EGRESO

Los conocimientos y habilidades adquiridos por el estudiante con la presente unidad de aprendizaje, podrán aplicarlos en centros de investigación y/o enseñanza, productores hortícolas independientes, empresas privadas, asesoría y consultoría, entre otros.

5. CONTENIDO

5.1. Generalidades de los sustratos (1 h)

- 5.1.1. Definición del término sustrato
- 5.1.2. Historia del uso de los sustratos
- 5.1.3. Justificación del uso actual de los sustratos
- 5.1.4. Situación actual y perspectivas de los sustratos.

5.2. Criterios en la elección de un material como sustrato (1)

- 5.2.1. Aspecto económico
 - 5.2.1.1. Costo
 - 5.2.1.2. Suministro
 - 5.2.1.3. Homogeneidad
- 5.2.2. Aspecto ambiental
 - 5.2.2.1. Sustentabilidad
 - 5.2.2.2. Reutilización
- 5.2.3. Aspecto técnico
 - 5.2.3.1. Manejo
 - 5.2.3.2. Especie a cultivar
 - 5.2.3.3. Método de riego
 - 5.2.3.4. Objetivo de la producción

5.3. Clasificación de los materiales utilizados como sustratos (1 h)

- 5.3.1. Clasificación de acuerdo a sus propiedades
- 5.3.2. Clasificación de acuerdo a su origen

5.4. Fases que componen el sustrato (2 h)

- 5.4.1. Fase sólida.
- 5.4.2. Fase líquida o solución acuosa
- 5.4.3. Fase gaseosa (aire)

5.5. Características o propiedades de los sustratos (8 h)

- 5.5.1. El sustrato ideal (en función de las propiedades físicas y químicas)
- 5.5.2. Características físicas y factores que la modifican
 - 5.5.2.1. Porosidad total
 - 5.5.2.2. Porosidad de aire
 - 5.5.2.3. Capacidad de retención de agua
 - 5.5.2.4. Estructura
 - 5.5.2.5. Granulometría
 - 5.5.2.6. Densidad real y aparente
 - 5.5.2.7. Humectabilidad
 - 5.5.2.8. Contracción de volumen
 - 5.5.2.9. Curva característica de humedad y sus parámetros
 - 5.5.2.10. Factores que influyen en las propiedades físicas del sustrato (reutilización de sustratos)

5.6. Técnicas de caracterización física de los sustratos (8 h)

- 5.6.1. Preparación de la muestra
- 5.6.2. Métodos para la determinación de EPT, CA y CRA
- 5.6.3. Métodos para la determinación de estructura, granulometría, distribución de tamaño de

partículas e índice de grosor

5.6.4. Métodos para determinación de la densidad real

5.6.5 Métodos para la determinación de la humectabilidad

5.6.6. Métodos para determinación de la densidad aparente

5.6.7. Técnicas para observación y análisis del sustrato y raíz *in situ*.

5.7 Características químicas, físico-químicas y nutrimentales en sustratos activos (4 h)

5.7.1 pH

5.7.2. CIC y CIA

5.7.3. CE y Salinidad

5.7.4. Disponibilidad de nutrientes

5.8 Técnicas de caracterización química de los sustratos (2 h)

5.8.1. Preparación de la muestra

5.8.2. Extracto de saturación, potenciómetro y conductímetro

5.9 Características biológicas en sustratos activos (6)

5.9.1. Velocidad de descomposición

5.9.2. Relación C/N

5.9.3. Respiración

5.9.4. Actividad reguladora del crecimiento

5.9.5. Actividad supresora a patógenos

5.10. Métodos para la determinación de propiedades biológicas (2 h)

5.10.1. Bioensayos de germinación

5.10.2. Evaluación de la respiración

5.11. Formulación de sustratos (4)

5.11.1. Aspectos a considerar en las mezclas de sustratos

5.11.2. Programación lineal

5.11.3. Programas de optimización

5.12. Determinación del gasto de agua en un cultivo en sustrato (4 h)

5.12.1. Estrategia general

5.12.2. Uso de la bandeja de drenaje

5.12.3. Método de la balanza

5.12.4. Por las propiedades físicas del sustrato

5.12.5. Curvas de drenaje

5.12.6. Uso de calendario de riego preestablecido

5.13 Métodos de desinfección de sustratos y equipos (2 h)

5.14. Sustratos y la calidad de los productos agrícolas (3 h)

PRÁCTICAS

Práctica 1. Propiedades físicas de sustratos. En laboratorio.

Práctica 2. Determinación de la curva característica de humedad

Práctica 3. Determinación de las propiedades químicas de un sustrato

Práctica 4. Medición de la humectabilidad y contracción de volumen de los sustratos

Práctica 5. Evaluación del crecimiento de un cultivo en sustratos

Práctica 6.- Determinación del riego de un cultivo en maceta en base a las propiedades físicas del medio de crecimiento.

Práctica 7.- Observación y muestreo de materiales *in situ*. Salida de campo.

6. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS Y DE APRENDIZAJE

- Exposiciones orales de temas selectos
- Investigación documental de temas selectos en libros y/o en artículos
- Elaboración de esquemas o mapas conceptuales y elaboración de resúmenes
- Aplicación de cuestionarios
- Preguntas en clase
- Videos en relación a los sustratos.
- Mesas para discusión y lluvia de ideas.
- Prácticas en invernadero y en laboratorio.
- Salidas de campo

7. PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

- A) Exámenes parciales
- B) Reporte de prácticas
- C) Exposiciones
- D) Tareas

8. CRITERIOS DE ACREDITACIÓN

Cumplir con el 80% de asistencia y obtener calificación mínima de 80.

9. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Exámenes parciales	45 %
Reporte de Prácticas	25 %
Exposición oral	20 %
Tareas	5 %
Participaciones en clases y prácticas	5 %

10 BIBLIOGRAFIA.

- Alexander, P., R. Williams and I. Nevison. 2014. An experimental comparison of growing media, petunia quality and amount of water applied - an opportunity for water saving?. *Acta Horticulturae* 1034: 350-357.
- Alexander, P.D. and N.C. Bragg. 2014. Defining sustainable growing media for sustainable uk horticulture. *Acta Horticulturae* 1034: 350-357.
- Anicua-Sánchez, R., Ma. del C. Gutiérrez Castorena, P. Sánchez García, C. Ortiz Solorio¹, V. H. Volke Halle y J. E. Rubiños Panta. 2009. Particule size and micromorphological relation on physical properties of perlite and zeolit. *Agricultura Técnica en México* 35(2):147-156.
- Ansorena J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. Mundi-Prensa. Madrid, España. 172 p.
- Barrett a, G.E., P.D. Alexander, J.S. Robinsonb, N.C. Braggc. 2016. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems – A review. *Scientia Horticulturae* 212: 220–234.
- Böhme, M and I. Pinker. 2014. Asian leafy vegetables and herbs cultivated in substrate culture and aeroponics in greenhouse. *Acta Horticulturae* 1034:235-254.
- Caron, J., S. Pepin, and Y. Périard. 2014. Physics of growing media in a green future. *Acta Horticulturae* 1034: 350-357.
- Cruz-Crespo, E., M. T. Sumaya-Martínez, A. Can-Chulim, J.Pineda-Pineda, R. Bugarín-Montoya, and G. Aguilar-Benítez. 2015. Quality, bioactive compounds, and antioxidant activity of serrano chili peppers cultivated in volcanic rock-vermicompost and nutrient solutions. *Ciencia e Investigación Agraria*

42(3):375-384.

Cruz-Crespo E, M. Sandoval-Villa, V.H. Volk- Haller, A. Can-Chulim y J. Sánchez-Escudero. 2012. Efecto de mezclas de sustratos y concentración de la solución nutritiva en el crecimiento y rendimiento de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(7): 1361-1373.

Cruz-Crespo, E. and M. Sandoval-Villa. 2012. Effect of the nutrient solution concentration and substrates mixture on the quality of tomato. *Acta Horticulturae* 947: 197

Cruz-Crespo, E., A. Can-Chulim, M. Sandoval-Villa, R. Bugarín-Montoya, A. Robles-Bermúdez y P. Juárez-López. 2013. Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias*. 2 (2): 17-26.

Cruz-Crespo, E., A. Can-Chulim, R. Bugarín-Montoya, J. Pineda-Pineda, R. Flores-Canales, P. Juárez-López y G. Alejo-Santiago. 2014. Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37(3): 289- 295.

Depardieu, C., V. Prémont, C. Boily, J. Caron. 2016. Sawdust and Bark-Based Substrates for Soilless Strawberry Production: Irrigation and Electrical Conductivity Management. *Plos One*:1-20.

Fields, J.S., W.C. Fonteno and B.E. Jackson. 2014. Plant available and unavailable water in greenhouse substrates: assessment and considerations. *Acta Horticulturae* 1034.

Judd, L.A, B.E. Jackson and W.C. Fonteno. 2014. rhizometrics: a review of three in situ techniques for observation and measurement of plant root systems in containers. *Acta Horticulturae* 1034: 350-357.

Morales-Maldonado, E.R. Y F. Casanova-Lugo. 2015. Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamerica* 26(2):365-372.

Schmilewski, G. 2014. Producing growing media responsibly to help sustain horticulture. *Acta Horticulturae* 1034: 350-357.

Treftz, C. and S.T. Omaye. 2015. Nutrient Analysis of Soil and Soilless Strawberries and Raspberries Grown in a Greenhouse. *Food and Nutrition Scie.* 6: 805

11. PERFIL PROFESIOGRÁFICO

Los profesores que impartan la presente unidad de aprendizaje deberán contar con el grado mínimo de Maestro o grado de Doctor en Ciencias en Edafología y contar con experiencia comprobable en el manejo de sustratos e invernadero, conocimiento de fisiología vegetal, nutrición vegetal y gestión del clima.

