**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

Fecha de elaboración: 2007

Fecha de actualización: 10 de enero del 2011.

**DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

Nombre de la materia: Sistemas de Producción de Cultivos Hidropónicos

Clave: HOR-497

Horas Teoría/Practica: 3/2

Número de créditos: 8

Requisitos: No es obligatorio pero se recomienda un curso previo de Nutrición Vegetal.

**OBJETIVO GENERAL.**

Estudiar y comprender los principios básicos de los sistemas hidropónicos de producción su funcionamiento y manejo de los distintos sistemas.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Proporcionar los conceptos, conocimientos y técnicas utilizadas en la implementación y seguimiento de los sistemas hidropónicos.

2. Analizar las respuestas de las plantas en diferentes medios de crecimiento (soluciones nutritivas y sustratos) sobre la producción y calidad de productos hortícolas.

3. Apreciar las áreas de oportunidad existentes para realizar investigación e innovación en la nutrición de cultivos hortícolas.

**CONTENIDO**

**1. Introducción.**

Presentación del curso, objetivos del mismo, cronograma de actividades y evaluaciones.

**2. Fundamentos de la hidroponía**

2.1. Reseña histórica de los cultivos hidropónicos.

2.2. Diferencia entre los cultivos hidropónicos y los cultivos en suelo.

2.3. Diferencias entre sustratos y suelo.

2.4. Factores a considerar en la nutrición de los cultivos hidropónicos.

**3. Los sistemas hidropónicos.**

3.1. Descripción de los sistemas hidropónicos más empleados

3.2. Selección del sistema hidropónico.

3.3. Sistemas hidropónicos sin reutilización de la solución nutritiva (Circuito abierto).

3.4. Sistemas hidropónicos con reutilización de la solución nutritiva (Circuito cerrado).

**4. Características del agua**

 4.1. Características físicas, químicas y microbiológicas del agua.

 4.2. Análisis químico del agua.

4.3. Clasificación de la calidad del agua y sus diferencias con la de la agricultura tradicional.

4.4. Uso de aguas salinas y/o alcalinas.

4.5. Uso de aguas residuales tratadas.

 4.6. Variaciones en la composición química.

**5. La solución Nutritiva.**

5.1. Principios químicos involucrados en su formulación, preparación y manejo.

5.2. Formas químicas de los nutrimentos en la solución nutritiva.

5.3. Parámetros que caracterizan la solución nutritiva.

 5.3.1. El pH.

 5.3.2. La presión osmótica.

 5.3.3. El equilibrio iónico (Relación mutua de aniones y cationes).

5.4. Formulación, preparación y manejo de la solución nutritiva en los cultivos hidropónicos.

5.5. Relación entre los cultivos, la etapa fenológica y las condiciones de la solución nutritiva.

5.6. Preparación de soluciones nutritivas para investigaciones especificas.

**6. Los insumos para la preparación de las soluciones nutritivas.**

6.1 Características físicas y químicas que deben de reunir los fertilizantes, abonos y los ácidos para la preparación de las soluciones nutritivas.

 6.1.1. Precauciones en el manejo.

6.2. Preparación de soluciones nutritivas.

6.3. Análisis y corrección de la solución nutritiva.

 6.3.1. Mantenimiento del pH de la solución nutritiva.

 6.3.2. Mantenimiento de la concentración iónica total

**7. Los sustratos.**

7.1. Uso de sustratos inertes

7.2. Características físicas y químicas.

7.3. Selección de sustratos de acuerdo al tipo de sistema hidropónico.

7.4. Manejo de los sustratos.

**PRACTICAS DE LABORATORIO Y DE CAMPO.**

 Experimento para evaluar mezclas de sustratos y diversas relaciones de aniones o cationes en la solución nutritiva y su efecto en el rendimiento y calidad de un cultivo hortícola.

**PROCEDIMIENTOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.**

El 35% del tiempo del curso está constituido por exposición en el salón de clase por parte del profesor utilizando apuntes escritos, artículos científicos, pizarrón y cañón de proyección. Estas clases combinan gran cantidad de cuestionamientos a los estudiantes respecto a temas específicos relacionados con el tema, obteniendo mayor participación y comprensión. Adicional a las participaciones en clase los estudiantes participan con seminarios sobre temas de interés actual; esta participación contribuye con otro 35% del tiempo del curso. El resto del tiempo del curso se consume en las actividades experimentales y de revisión de literatura, ya que se exige al estudiante que entregue al final del curso sus resultados del trabajo de laboratorio o campo en el formato de un artículo científico.

**EVALUACIÓN**

Se aplican dos exámenes escritos que constituyen el 60% de la calificación; los reportes de labores experimentales en el formato de artículo tienen un valor del 20% la calificación, el restante 20% se obtiene con la entrega y presentación en forma de seminario de una revisión de literatura actualizada sobre un tema relacionado con el programa de la materia o bien con las presentaciones de artículos científicos con temas y avances de actualidad.

La falta de cualquiera de los productos mencionados causará calificación reprobatoria.

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Adams, P. and L.C. Ho. 1992. The susceptibility of modern tomato cutivars to blossom-end rot in relation to salinity. J. Hort. Sci. 67: 827-839.

Adams, P. 1994. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hidroponic systems. Acta Hort. 361: 245-257.

Amiri, M. and N. Sattary. 2004. Mineral precipitation in solution culture. Acta Hort. 644: 469-478.

Ansorena, J. 1994. Sustratos Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España.

Armenta BA, Baca GA, Alcántar GG, Kohashi SJ, Valenzuela JG, Martínez GA (2001) Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. Revista Chapingo Serie Horticultura 7: 61-75.

Ayers, R.S y D. W. Westcot. 1987. La Calidad del Agua en la Agricultura. Estudio FAO. Riego y Drenaje 29. Rev.1. Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

Bautista, S; López, G. A; Martínez, B; Maroto.V. 2009. Influence of Cation Proportions of the Nutrient Solution on Tipburn Incidence in Strawberry Plants. J. Plant Nutr. 32: 1527–1539

Benavides, M. A; Preciado, R. P; Favela, Ch. E. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 85p.

Benton Jones Jr., J. 1999. Tomato Plant Culture, in the field, in the greenhouse and home garden. CRC Press, Boca Raton, Florida. 199 p.

Burés, S. 1997. Sustratos Edicones Agrotecnicas, Madrid. España.

Cadahía, L. C. 2005. Fertirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 475 p.

Capulín-G J, Núñez RE, Etchevers JD, Baca GA. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. Agrociencia 35: 287-299.

Capulín-G J, Núñez RE, Sánchez JP, Martínez GA, Soto HM. 2005. Producción de jitomate con estiércol líquido de bovino acidulado con ácidos orgánicos e inorgánicos. Terra Latinoamericana 23: 241-247.

Caraveo L. F. Baca, C.G y Tirado, T.J. L. 1996 El Cultivo Hidroponico de Jitomate Empleando el Polvo de Bonete de Coco como Sustrato y su Respuesta al Amonio y Potasio. 30: 495-500.

De Rijck, G. and E. Schrevens. 1998a. Comparison of the mineral composition of twelve standar nutrient solutions. J. Plant Nut 21:2115-2125.

De Rijck, G. y E. Schdrevens. 1998b. pH influence by the elemental composition of nutrient solution. J. Plant Nutr 20: 911-923.

De Rijck, G. y E. Schrevens. 1998c. Cationic specification in nutrient solution as a function of pH. J. Plant Nutr 21: 861-870.

FAO. 1990. Soilles Culture For Horticultural Crop Production. FAO Plant Production and Protection. No. 101. Roma Italia.

Garcia, P. J.M. 1999. Propiedades y Caracteristicas De Los Sustratos Perlita. En: Cultivos Sin Suelo II., En: Curso Superior De Especialización. M. Fernandez Y I. M. Cuadrado (Eds). Almeria España. 29-45 Pp.

Graves, C.J. 1983. The nutrient film technique. Hort. Rev 5: 1-44.

Gunes, A.M.; M. Alpaaslan; and A. Inal. 1998. Critical nutrient of NFT-grown young in hydroponics. Annals of Botany 63: 643-649.

Jarecki MK, Voroney RP. 2005. Evaluation of compost lechates for plant growth on hydroponic culture. J. Plant Nutr. 28: 651-667.

Jones JB. 1997. Hydroponics. A practical guide for soilless grower. St Lucie Press. USA. 207 pp.

Jones, J.B. 1982. Hydroponics: Its history and use in plant nutrition studies. J. Plant Nutrition. 5 (8):1003-1030.

Juárez, H. Ma.; B, C. G.; Aceves, N, L. 2006. Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. *Interciencia. 3*1:246-253.

Kemmer, F.N y J.mC. Callion. 1989. Manual del agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Trad. M.E. Espinoza R., F.M. Medina N y J. Sánchez, H. Mc Graw-Hill. México.

Martínez, C.L; Martínez, R. C. E; Flores, G.F; Preciado, R. P; Zermeño, G. H; Valdez, C.D.R. 2009. Programa de cómputo para el cálculo de soluciones nutritivas. Revista Chapingo Serie Horticultura 15: 149-153.

Martínez, E. y M. García. 1993. Cultivos sin Suelo: Hortalizas en Clima Medite­rráneo. Ed Horticultura. Reus, Madrid, España.

Mérigout, P; Gaudon, V; Quilleré, I; Briand,X; Daniel, V.FC. 2008. Urea Use Efficiency of Hydroponically Grown Maize and Wheat. . Plant Nutr. 31: 427–443.

Morard, P. Lacoste, L., and Silvestre, J. 2000. Effect of oxigen deficiency on uptake of water and mineral nutrient by tomato plants in soilles culture. J. Plant Nutr 23:1063-1078.

Muñoz RJJ. 2004. Formulación de la solución nutritiva. pp: 151-180. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. Castellanos, J.Z. (Ed.) 2da Edición. INTAGRI, Celaya, Gto., México.

Navarro, L. ER. 2010. Uso de aguas residuales en la producción de tomate hidropónico en invernadero. Tesis Doctor en Ciencias. Universidad Autonoma Chapingo. 105p.

Norstrom, A; Dalhammar, G; Natuschka, M. 2008. The microbial characterization of a hydroponic treatment step for domestic wastewater — towards an expanded view on the plant–microbial hydroecology. J. Environ. Eng. Sci. 7: 635–644.

Ochoa ME, Figueroa VU, Cano RP, Preciado RP, Moreno RA, Rodríguez DN. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura 15: 177-182.

Ohashi, K. K; Yoshii, M; Takeshi, I; Kazuhiro, F. 2009 . Nutrient Solution Prepared with Ozonated Water does not Damage Early Growth of Hydroponically Grown Tomatoes. Ozone: Science & Engineering, 31: 21–27.

Ojodeagua, A. JL, Castellanos, R.JZ, Muñoz, R JJ, Alcántar, G. G, Tijerina, Ch.L, Vargas, T. P; Enríquez, R.S. 2008. Eficiencia de suelo y tezontle en sistemas de producción de tomate en invernadero. Revista Fitotecnia Mexicana 31:367-374.

Olympios, C. M. 1993. Soilles Media Under Protected Cultivation. Rockwood, Peat, Perlite and other Substrates. Acta Horticullturae, 323: 215-234.

Parra, T.S; Baca, C. G.A; Carrillo, G.R;, Kohashi, Sch.J;, Martínez, G.A; Trejo, L.C. 2004. Silicio y potencial osmótico de la solución nutritiva en el Crecimiento de pepino. Terra. 22:4:467-473.

Preciado R.P; Baca GA; Tirado JL; Kohashi,Sch, J; Tijerina L, Martínez A. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra Latinoamericana. 20:267-276.

Preciado, R. P, Baca, C.GA; Tirado-T.JL; Kohashi, Sch. J; Tijerina, Ch. L; Martínez, G. A. 2003. Presión osmótica de la solución nutritiva y la producción de plántulas de melón. Terra Latinoamericana 21: 461-470.

Preciado, R.P., Baca, C.G.A., Tirado, T, J. L., Kohashi, Sch .J., Tijerina, Ch. L; Martínez, G. A. 2004. Fertirrigación nitrogenada, fosfórica y programa de riego y sus efectos en melón y suelo. Terra *Latinoamericana*. 22:2: 175-186*.*

Preciado, R. P; Lara, H. A; Segura, C.M.A; Rueda, P. E.O; Orozco, V. J.A; Yescas, C. P; Montemayor, T. J.A. 2008. Amonio y fosfato en el crecimiento de plántulas de chile jalapeño. Terra Latinoamericana 26: 37-42.

Preciado, R. P; Torres, G.A; Segura, C. MA; Fortis, H. F; García, H. JL; Rueda, P. EO; Sánchez, Ch. E. 2010. Evaluación de la orina humana como fuente de nutrientes en la producción de plántulas de tomate. Universidad y Ciencia 26:171-178.

Resh, H.M. 1992. Cultivos Hidroponicos. Nuevas Tecnicas de Producción. Edicones Mundi-Prensa. Madrid. España.

Rincón, S. L. 1997. Características y Manejo de Sustratos Inorgánicos en Fertirrigación. I Congreso Ibérico y III. Nacional De Fertirrigación. Murcia, España.

Samaras, V; Tsadilas, C. D; Tsialtas, JT. 2009. Use of Treated Wastewater as Fertilization and Irrigation Amendment in Pot-grown Processing Tomatoes. *J. Plant Nutri* 32: 741–754.

Sanchez del C, F y Escalante, R.E. 1999. Un sistema de producción de plantas Hidroponia, Principios y metodos de cultivo. Universidad Autonoma Chapingo.

Sandoval, V. M; Guertal, E. A; Wood; C. W. 2001. Greenhouse tomato response to low ammonium-nitrogen concentrations and duration of ammonium-nitrogen supply. J. Plant Nutr. 24: 1787–1798.

Segura, C.MA; Preciado, R. P; GONZALEZ, C. G. 2008. Adición de material pomáceo a sustratos de arena para incrementar la capacidad de retención de humedad. Interciencia 33:923-928.

Sonneveld, C. 1997. A universal programme for calculation of nutrient solutions. Proceedings 18th Hydroponic Society of America. 7-17.

Steiner, A.A. 1968. Soilless culture. Proceedings of the 6th Colloquium of the Internacional Potash Institute. pp: 324-341.

Steiner, A.A. 1973. The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. pp. 43-53. *In*: Proceedings 3rd International Congress on Soilles Culture. Wageningen. The Netherlands.

Steiner, A.A. 1976. The Development of Soilless Culture and an Introduction to the Congress. Las Palmas. Proceeding 4th. Int. Congr. Soilless Culture. IWOSC. Wageningen.

Steiner, A.A. 1980. The selective capacity of plant for ions and its importance for the composition and treatment of the nutrient solution.

Steiner, A.A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. *In*: Proceedings 6th International Congress on Soilles Culture. Wageningen. The Netherlands.

Steiner, A. A 1985. The history of mineral plant nutrition till about 1860 as source of the origin of soilles culture. Soilles culture. 1: 7-24.

Steiner, A.A. 1997. Principles of Plant Nutrition by Recirculating Nutrient Solutions. Proceedings 6TH. Int. Congre. Soilles Culture: 634-649.

Vargas Tapia P; Castellanos, R. JZ; Sánchez García P; Tijerina, Ch.L; López R. RM; Ojodeagua, A. JL. 2008. Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco. Revista Fitotecnia Mexicana 31:375-381.

Zúñiga, E. L; Martínez, H. JJ; Baca, C. GA; Martínez, G. A; Tirado, T. JL; Kohashi,Sh, J. 2004. Producción de chile pimiento en dos sistemas de riego bajo condiciones hidropónicas. Agrociencia 38: 207-218.

PROGRAMA ELABORADO POR: Dr. Esteban Favela Chávez

PROGRAMA ACTUALIZADO POR: Dr. Pablo Preciado Rangel