



1) Título del Curso

NUTRICIÓN MINERAL DE CULTIVOS INTENSIVOS

- 2) **Unidades de Créditos Académicos (UCAs) que otorga:** 3 UCAs (45 horas)
- 3) **Número de inscriptos admisibles o cupo:** Mínimo de 10 y máximo de 30 alumnos
- 4) **Docente responsable**

Ing. Agr. M.Sc. Norma Guadalupe Micheloud, nmicheloud@fca.unl.edu.ar

5) Docentes del curso

Ing. Agr. M.Sc. Norma Guadalupe Micheloud
Ing. Agr. Juan Carlos Favaro
Ing. Agr. Dra. Silvia Imhoff
Ing. Agr. Dra. María Eugenia Carrizo

6) Destinatarios

Estudiantes de posgrado que se encuentren realizando maestrías o doctorados en carreras relacionadas con la Ingeniería Agronómica o las Ciencias Biológicas y profesionales del área.

7) Justificación

A diferencia de los cultivos extensivos, donde normalmente se busca maximizar los rendimientos por unidad de superficie, en este tipo de cultivos se busca incorporar el concepto de calidad al rendimiento. En los cultivos florales se busca una vida comercial útil o longevidad de la flor una vez separada de la planta, lo cual depende de numerosos factores relacionados con las condiciones de cultivo, y particularmente con su fertilización. En el caso de los cultivos hortícolas y frutales, los rendimientos no solo se miden en términos de kg/ha o en cantidad de cajones de producto embalado, sino con el concepto de calidad, por ejemplo de exportación.

A través del presente curso se busca comprender la importancia de la nutrición vegetal en los protegidos e indagar sobre la relación existente entre demanda y oferta de nutrientes por parte de los cultivos en condiciones de invernaderos.

8) Objetivos



Al finalizar el curso se espera que los alumnos sean capaces de:

- Comprender la importancia de la Nutrición Vegetal en el área del conocimiento que comprende los cultivos intensivos.
- Analizar la relación existente entre la demanda y la oferta de nutrientes para la producción de un cultivo
- Analizar los fenómenos relacionados con la fisiología de los elementos esenciales y el crecimiento de los cultivos.
- Identificar posibles temas de investigación en la nutrición mineral de los cultivos intensivos.

9) Programa

Unidad 1

Los nutrientes minerales en los vegetales. Macronutrientes y micronutrientes. Definición de requerimiento nutritivo. Factores que afectan la concentración de los elementos minerales en los tejidos vegetales.

Unidad 2

Mecanismos de absorción de iones por células y raíces: Caminos de ingreso de los elementos desde la solución del suelo a las raíces. Espacio aparentemente libre. Transporte en las membranas. Absorción activa de sales. Teoría del transportador. Equilibrio Donnan. Absorción de iones y agua por las raíces.

Unidad 3

Transporte de elementos esenciales: Transporte por el xilema. La transpiración en el transporte. Presión radical. Transporte en el floema. Flujo en masa. Removilización de nutrientes.

Unidad 4

Nutrición mineral y respuesta a la producción: Demanda de nutrientes por el Vegetal. Influencia del tipo de cultivo, la tasa de crecimiento de la planta, la transpiración del cultivo y el estado fenológico de éste.

Unidad 5

Oferta de nutrientes por el agua de riego. Calidad de agua de riego y contenido de elementos minerales. Control y modificación de la calidad del agua de riego. Contenido de carbonatos y bicarbonatos en el agua de riego: modificación de su contenido y del pH del agua. Efecto de la salinidad y alcalinidad del agua sobre el crecimiento de la planta.

Unidad 6



Oferta de nutrientes en el suelo. Análisis de las propiedades químicas del suelo. Influencia del complejo de intercambio. Cálculo de la oferta de elementos minerales por parte del suelo.

Unidad 7

Fertilización: Fertilizantes inorgánicos y orgánicos. Relación en la fertilización: pH, interacción del nitrógeno, del fósforo y del potasio. Otros elementos. Triángulo de Steiner. Cálculo de la fertilización.

Unidad 8

Funciones de los elementos minerales: macronutrientes, micronutrientes, elementos benéficos

Unidad 9

Diagnóstico de deficiencia y toxicidad elementos esenciales. Diagnóstico visual. Análisis vegetal método DRIS. Análisis foliar y de suelo.

10) Actividades Prácticas

Seminario

Mediante un trabajo grupal, constituido por no más de tres integrantes, se darán a la tarea de leer, discutir críticamente y exponer en un seminario público tres documentos de investigación (paper) que se les brindará al inicio del curso.

11) Cronograma de dictado y duración del curso

Día 1	Módulo 1
Unidad 1	
Unidad 2	
Unidad 3	
Día 2	Módulo 2
Unidad 4	
Unidad 5	
Unidad 6	
Actividades de práctica no presenciales	
Día 3	Módulo 2
Unidad 7	
Unidad 8	
Día 4	
Unidad 9	
Trabajos Prácticos	
Seminario	
Evaluación final: se entrega con posterioridad a la finalización del curso	



12) **Número de horas teóricas:** 25

13) **Número de horas prácticas y seminarios:** 20

14) **Sistema de Evaluación**

La evaluación del curso se realizará mediante exámenes parciales y final.

Los exámenes parciales constan de análisis de trabajos de investigación presentados por el docente en el que el alumno los presenta y discute. El examen final es de carácter escrito y semiestructurado. Se considera aprobado el curso cuando el alumno obtenga un puntaje igual o mayor al 70 % ciento de la nota posible. Los alumnos que no hubieren alcanzado este puntaje tendrán derecho a un examen recuperatorio. En los casos en que no sea aprobado el examen recuperatorio el alumno será declarado libre.

15) Referencias Bibliográficas

- Benton, J. 2002. *Agronomic Handbook: Management of Crops, Soils and Their Fertility*. CRC Press. 480pp.
- Berg, B.; Laskowski, R.; Caswell, H. 2005. *Litter Decomposition: a Guide to Carbon and Nutrient Turnover*. Academic press. 448p.
- Bell, R.W.; Rerkansen, B. 1997. *Boron in soil and Plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 270p.
- Benton, J.J. 1998. *Plant Nutrition Manual*. CRC Press. 149p.
- Bondada, B.R.; Syvertsen, J.P. 2005. Concurrent changes in net CO₂ assimilation and chloroplast ultrastructure in nitrogen deficient *Citrus* leaves. *Environmental and Experimental Botany* 54: 41-48.
- Casierra-Posada, F.; Cardozo, M.C.; Cárdenas-Hernández, J.F. 2007. Análisis del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero. *Agronomía Colombiana* 25(2): 299-305.
- Flores, P.; Carabajal, M.; Cerda, A.; Martínez, V. 2001. Salinity and ammonium/nitrate interaction of tomato plant development, nutrition and metabolites. *Plant nutrition* 24:1561-1573.
- Guardiola Bárcena, J.; Amparo García, L. 2004 *Fisiología vegetal I: Nutrición y transporte*. Ed. Síntesis.
- Guimera, S.; Marfá, O.; Candela, L.; Serrano, L. 1995. Nitrate leaching and Strawberry production under drip irrigation management. *Agr. Ecol. And Env.* 56:121-135.
- Hanan, J.J. 1998. *Greenhouses*. CRC, Boca Raton. 684p.
- Jifon, J.; Syvertsen, J.; Whaley, E. 2005. Growth Environment and Leaf Anatomy Affect Nondestructive Estimates of Chlorophyll and Nitrogen in *Citrus sp.* Leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 130 (2):152-158.



- Marfá, O. 1997. La gestión del agua en la fertirrigación de sustratos para cultivos sin suelo. A.M.V. Ediciones. Madrid. 177p.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego. 889p.
- Martínez, E.; García, M. 1983. Cultivos sin suelo: Hortalizas en clima mediterráneo. Ed. Horticultura. Madrid. 263p.
- MoratGaudry, J.F. 2001. Nitrogen Assimilation by Plants. Science Publishers inc. 446 p.
- Nobel, P.S. 1991. Physicpchemical and Enviromental Plant Physiology. Academic Press, New York. 635 p.
- Pilatti, R.A. 2000. Fertilización de cultivos hortícolas en invernadero. Universidad Nacional del Litoral. 21p.
- Pilatti, R.A.; Dovis, V.L.; Gariglio, N.F.; Buyatti, M.A.; Micheloud N.G. 2009. Efecto de la fertilización foliar con nitrógeno sobre la floración, el establecimiento de frutos y el rendimiento en cítricos. Revista FAVE, Sección Ciencias Agrarias 8(2): 19-28.
- Sánchez, C.A.; Doerge, T.A. 1999. Using nutrient uptake patterns to develop efficient nitrogen management. Strategies for vegetables. HortTechnology 9:601-606.
- Sara, A.; Stulen, I. 2004. Nitrogen Acquisition and Assimilation in Higher Plants. Springer. 299p.
- Srivastava, H.S.; Singh, R.P. 1999. Nitrogen Nutrition and Plant Growth. Science Publisher. 335p.
- Steiner, A.A. 1980. The selective capacit of plants for ions and its importance for the composition and tratment of the nutrient solution. ISOSC proc. 1980:83-95.
- Stoffella, P.J.; Kahn, B.A. 2001. Advances in Solution Culture Methods for Plant Mineral Nutrition Research. In: Sporks, D. L. Avance in Agronomy 65:151-213.

Principales revistas especializadas

- Agricultural and Forest Meteorology:
<http://www.sciencedirect.com/science/journal/01681923>
- Agronomy Journal <http://agron.scijournals.org/>
- Biosystems Engineering
<http://www.sciencedirect.com/science/journal/15375110>
- Horticultura Argentina <http://www.horticulturaar.com.ar/publicaciones-0.htm>
- HortScience <http://hortsci.ashspublications.org/>
- HortTechnology <http://horttech.ashspublications.org/>
- Journal of Agricultural Engineering Research
<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00218634>
- Journal of Applied Meteorology and Climatology
<http://www.ametsoc.org/pubs/journals/jam/>
- Journal of Experimental Botany <http://jxb.oxfordjournals.org/archive/>
- Journal of the American Society for Horticultural Science
<http://journal.ashspublications.org/>
- Scientia Horticulturae <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03044238>
- Theoretical and Applied Climatology



- <http://www.springer.com/springerwiennewyork/geosciences/journal/704>
- Transactions of the ASABE <http://www.asabe.org/pubs/trans.html>