



Maestría en Cultivos Intensivos Especialización en Cultivos Intensivos

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. Dra. Norma Guadalupe Micheloud, nmicheloud@fca.unl.edu.ar

5) Docentes del curso

Ing. Agr. Dra. Norma Guadalupe Micheloud (FCA UNL)

Ing. Agr. Juan Carlos Favaro (FCA UNL) jcfavaro@fca.unl.edu.ar

Ing. Agr. Dra. Silvia Imhoff (CONICET – FCA UNL) simhoff@fca.unl.edu.ar

Ing. Agr. Dra. Josefina Masola (CONICET–FCA UNL) josefinamasola@gmail.com

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 el objetivo es 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) Cronograma dictado modalidad virtual:

La propuesta de la modalidad de dictado híbrido es desarrollar el curso durante el mes de abril del 2022, comenzando con tres semanas de teorías presenciales sincrónicas virtuales por Zoom. Durante la primera semana tendrán la clase, actividades y recursos bibliográficos de los temas de fisiología: función de los elementos minerales, mecanismos de absorción y transporte, sintomatología de deficiencias (unidades 1, 2 y 3). En la segunda semana, se presentan los temas sobre las demandas y las respuestas productivas de los cultivos en relación a la nutrición mineral (unidad 4, 8 y 9), y la tercera semana continúa con los temas fertilizantes, fertilización, métodos de diagnóstico, ejemplos de casos (unidades 5, 6 y 7). En la cuarta semana tendrán disponibles el material y las consignas para resolución de proble-



mas y cálculos sobre requerimientos nutricionales y planes de fertilización. Finalizando el curso con actividades presenciales de TP sobre cálculos de fertilización para diferentes situaciones relacionados a las unidades teóricas dictadas en las semanas 1, 2 y 3. El encuentro presencial se realizará durante una jornada en la FCA a principio del mes de junio.

La modalidad del cursado es la siguiente:

- Se utilizará el aula virtual del entorno UNL y al inicio de cada semana tendrán disponibles los recursos digitales del material correspondiente a cada módulo y las actividades de análisis de trabajos científicos (papers) y los cuestionarios.
- Los días miércoles tendrán las clases presenciales virtuales por zoom. Además, se les indicará la forma de evaluación de cada módulo: informe o exámen/control, análisis de papers, u otro, según el tema correspondiente.
- Por último, los días martes deberán hacer entrega de informes/cuestionarios del módulo desarrollado durante la semana previa.
- Durante la última semana se pondrán a disposición las actividades de TP correspondientes a cálculos sobre demandas y necesidades de fertilización. Esta actividad finalizará durante un encuentro presencial en la FCA a inicios del mes de junio.

Cronograma Abril 2022 – Curso Nutrición Mineral de Cultivos Intensivos – MCI – ECI (FCA – UNL)			
Semana	Fecha/horario	Actividad	Docente responsable
1	06/04 14:00 a 18:00	Clase presencial virtual por Zoom. Temas 1, 2 y 3	Norma Micheloud
2	13/04 15:00 a 18:00	Clase presencial virtual por Zoom. Temas 4, 8 y 9	Juan Carlos Favaro
3	20/04 15:00 a 18:00	Clase presencial virtual por Zoom. Temas 5, 6 y 7	Silvia Imhoff
4	27/04 15:00 a 18:00	Clases de Consulta por Zoom - TP	Norma Micheloud – Josefina Masola
5	01/06 8:00 a 12:00 14:00 a 17:00	Clase Presencial FCA	Norma Micheloud



11) Sistema de Evaluación

La evaluación del curso se realizará mediante exámenes parciales a modo de cuestionarios. Los exámenes parciales constan de análisis de trabajos de investigación presentados por el docente en el que el alumno los analiza y discute. Además, tendrán cuestionarios sobre el material de lectura y realización de ejercicios de cálculo en los trabajos prácticos los cuales deberán entregar a modo de informes de actividades. Se considera aprobado el curso cuando el alumno obtenga un puntaje igual o mayor al 70 % ciento de la nota posible, de cada cuestionario o informe que presente. La nota final será una ponderación de las notas parciales. Los alumnos que no hubieren alcanzado el puntaje requerido tendrán derecho a un examen recuperatorio. En los casos en que no sea aprobado el examen recuperatorio el alumno será declarado libre.

12) 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.; DAVIS, 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 capacity of plants for ions and its importance for the composition and treatment 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: Sparks, 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.sciijournals.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>