



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

PROGRAMA DE POSTGRADO: **ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL**

CURSO: **LA NUTRICIÓN VEGETAL EN LA AGRICULTURA SOSTENIBLE**

PROFESOR TITULAR: **DR. ENGELBERTO SANDOVAL CASTRO**

COLABORADOR (ES):

CORREO ELECTRÓNICO: **engelber@colpos.mx**

TELÉFONO: **(222)2851442 EXT. 2033**

EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO: **CAMPUS PUEBLA**

CLAVE DEL CURSO: **CEI-646**

PRE-REQUISITOS: **Agronomía General**

TIPO DE CURSO:

- Teórico
 Práctico
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera
 Verano
 Otoño
 No aplica

SE IMPARTE A:

- Maestría en Ciencias
 Doctorado en Ciencias
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial
 No presencial
 Mixto

HORAS CLASE:

Presenciales **70**
Extra clase **122**
Total **192**

CRÉDITOS: **3**

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

El propósito del curso es proporcionar al estudiante conocimiento sobre la nutrición de las plantas, aprovechamiento de los recursos naturales de una región, para mejorar la calidad y cantidad de las cosechas de los cultivos, para el conocimiento del desarrollo de una agricultura sostenible.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
5.0	I INTRODUCCIÓN 1.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA NUTRICIÓN VEGETAL. 1.2 IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES. 1.3 PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y LOS REQUERIMIENTOS DE INSUMOS. 1.4 INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS Y SU MEDIO AMBIENTE.	Que el alumno conozca los inicios de la nutrición vegetal su importancia en la agricultura sostenible y la calidad de los mismos para una alimentación sana y mejor aprovechamiento de los recursos naturales regionales.
12	II ELEMENTOS ESENCIALES PARA LA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS 2.1 CRITERIOS DE ESENCIALIDAD. 2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NUTRIENTES. 2.3 CICLOS BIOLÓGICOS DE LOS PRINCIPALES NUTRIMENTOS EN LOS AGROECOSISTEMAS.	Que el alumno conozca los elementos esenciales para las plantas, su clasificación y los ciclos biológicos que intervienen dentro los agroecosistemas.
15	III ASPECTOS FISIOLÓGICOS EN LA NUTRICIÓN DE PLANTAS Y LAS COSECHAS 3.1 MEDIO AMBIENTE DE DESARROLLO DE LAS PLANTAS. 3.2 ANATOMÍA DE LA PLANTA Y DE LA CÉLULA VEGETAL. 3.3 MECANISMOS DE ACCESO Y DISPONIBILIDAD NUTRIMENTAL.	Que el alumno conozca los procesos fisiológicos de disponibilidad, acceso, absorción, transporte y acumulación de los nutrimentos en las plantas, asimismo, que aprenda sobre el diagnóstico nutrimental,



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

15	<p>3.4 FORMAS Y MECANISMOS DE ABSORCIÓN, TRANSPORTE Y ACUMULACIÓN DE LOS NUTRIMENTOS.</p> <p>3.5 FUNCIONES FISIOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS DE LOS ELEMENTOS NUTRIMENTALES.</p> <p>IV INSUMOS FERTILIZANTES Y SU MANEJO EN LA AGRICULTURA</p> <p>4.1 FERTILIZANTES INORGÁNICOS O QUÍMICOS.</p> <p>4.2 FERTILIZANTES ORGÁNICOS.</p> <p>4.3 ABONOS VERDES.</p> <p>4.4 FERTILIZACIÓN FOLIAR.</p>	<p>deficiencias y estado de los cultivos.</p> <p>Que el alumno aprenda sobre los insumos fertilizantes químicos y orgánicos, abonos verdes y la fertilización foliar de productos orgánicos y correctivos, así como su manejo en la agricultura sostenible.</p>
13	<p>V MICROORGANISMOS Y SIMBIOSIS CON LAS PLANTAS</p> <p>5.1 FIJACIÓN BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO.</p> <p>5.2 LAS MICORRIZAS</p> <p>5.3 BIOFERTILIZANTES.</p> <p>5.4 OTROS PROCESOS BIOLÓGICOS EN LA NUTRICIÓN DE PLANTAS.</p>	<p>Que el alumno conozca los sistemas naturales de asociaciones biológicas relacionadas con la disponibilidad de nutrimentos y la simbiosis con las plantas.</p>

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
10	<p>VI SISTEMAS SOSTENIBLES EN LA PRODUCCION DE CULTIVOS</p> <p>6.1 Condiciones y características físicas, químicas y biológicas del suelo</p> <p>6.2 Rotación e intercalación de cultivos.</p> <p>6.3 Asociación e imbricación de cultivos.</p>	<p>Que el alumno comprenda los sistemas sostenibles en la producción de cultivos.</p>

LISTA DE PRÁCTICAS

Un experimento de un cultivo en invernadero en macetas con suelo y sustrato. Estudiando fertilización orgánica, mineral y fertilización foliar. Con tratamientos combinados. Variables dependiendo del cultivo como: dinámica de crecimiento; emergencia; longitud de raíces, tallo, planta, fruto, tubérculo o bulbo; acumulación de biomasa, peso fresco y seco; rendimiento; entre otras.

Salidas de campo a proyectos que contemplen conceptos de sostenibilidad, aprovechamiento de los recursos naturales enfocados a los insumos fertilizantes.

RECURSOS DIDÁCTICOS

Video proyector
Laptop
Biblioteca digital
Internet
Correo electrónico
Laboratorio de análisis de suelo y planta

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Normas de evaluación

El curso es teórico-práctico. En la teoría se dan los fundamentos del contenido del curso, con exposiciones; analizando algunos artículos científicos expuestos y discutidos por los propios alumnos, como una motivación hacia el análisis y discusión de la bibliografía.

En la práctica se aprovecha las instalaciones del Campus Puebla y las Microrregiones de Acción Prioritaria. Así también, de salidas a comunidades en donde se tengan proyectos de agricultura sostenible o de procesos de fertilización orgánica y de aprovechamiento integral de recursos. De tal forma que el alumno desarrolle un reporte con análisis y propuestas del objeto de estudio.

Es importante remarcar que al inicio del curso se hace un diagnóstico de los estudiantes, en relación del tema de investigación de tesis de cada uno de los alumnos, con la finalidad de orientar y/o profundizar sobre el tema, para que aproveche el curso en el soporte de su tesis. De tal forma que se le pide el reporte de las prácticas y un trabajo o ensayo final con aplicaciones del curso a su tema de tesis.

Procedimiento de evaluación

Se realiza un examen final del curso sobre los conocimientos adquiridos. Se toma en cuenta la participación del alumno en clase, las exposiciones y discusiones de los artículos científicos, las prácticas y, los trabajos a desarrollar. Teniendo el siguiente porcentaje en su calificación final:

Examen 30%; prácticas 20%; participación en clase 20% y; trabajos a desarrollar 30%.

BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA

(AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)

- Andrews, M., J.A. Raven², & P.J. Lea. 2013. Do plants need nitrate? The mechanisms by which nitrogen form affects plants. *Annals of Applied Biology* 163: 174-199. Doi:10.1111/aab.12045.
- Arrieché-Luna, I. E y M. Ruiz-Dager. 2010. Influencia de la fertilización química y orgánica sobre el carbono de la biomasa microbiana y rendimiento del maíz en suelos de pH contrastante. *Agrociencia* 44: 249-260.
- Bai. Z., H. Li, X. Yang, B. Zhou, X. Shi, B. Wang, D. Li, J. Shen, Q. Chen, W. Qin. O. Oenema & F. Zhang. 2013. The critical soil P levels for crop yield, soil fertility and environmental safety in different soil types. *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-013-1696-y.
- Cameron, K.C., H.J. Di & J.L. Moir. 2013. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Ann. Appl. Biol.* 162 145-173. Doi:10.1111/aab.12014.
- Denton, M. D., D. J. Pearce & M. B. Peoples. 2013. Nitrogen contributions from faba bean (*Vicia faba* L.) reliant on soil rhizobia or inoculation. *Plant Soil* 365:363–374. DOI 10.1007/s11104-012-1393-2.
- Doole. G. J. 2015. Efficient mitigation of nitrogen leaching in pasture-based dairy systems. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* DOI 10.1007/s10705-015-9669-6.
- Fageria, N. K. 2007. Green Manuring in Crop Production. *Journal of Plant Nutrition* 30: 691–719.
- Fageria, N. K., V. C. Baligar & Y. C. Li. 2008. The Role of Nutrient Efficient Plants in Improving Crop Yields in the Twenty First Century, *Journal of Plant Nutrition* 31(6), 1121-1157. Doi.org/10.1080/01904160802116068.
- Fageria, N. K. & A. B. Santos. 2008. Yield Physiology of Dry Bean. *Journal of Plant Nutrition* 31(6), 983-1004. doi.org/10.1080/01904160802096815.
- FAO. 1986. Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Boletín FAO Fertilizantes y nutrición vegetal No. 9. Roma, Italia.
- FAO. 2001. Directrices para ensayos y demostraciones de nutrición vegetal y manejo de suelos a nivel de finca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 77 p.
- FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Roma, IT.77 p.
- FAO. 2004. Estimaciones globales de las emisiones gaseosas de NH₃, NO y NO₂ provenientes de tierras agrícolas Primera versión, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Roma. 110 p.
- Guttieri, M. J., R. J. Stein & B. M. Waters. 2013. Nutrient partitioning and grain yield of TaNAM-RNAi wheat under abiotic stress. *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-013-1713-1.
- Gyaneshwar, P., G. Naresh Kumar, L. J. Parekh & P. S. Poole. 2002. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil* 245: 83-93.
- Hekstra, A. 1996. Sustainable nutrient management in agriculture. *Ecoscript* 57. Foundation for Ecodevelopment, Amsterdam, The Netherlands.
- Hodges, S. C. 2009. Soil fertility basics. Soil Science Extension. North Carolina State University. 75 p.

- Horchani, F., R. Hajri, and S. Aschi-Smiti. 2010. Effect of ammonium or nitrate nutrition on photosynthesis, growth, and nitrogen assimilation in tomato plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 173: 610-617. DOI: 10.1002/jpln.201000055.
- Hörtensteiner, S. 2006.** Chlorophyll degradation during senescence. *Annual Review of Plant Biology* 57: 55-77.
- Jamont, M., G. Piva & J. Fustec. 2013. Sharing N resources in the early growth of rapeseed intercropped with faba bean: does N transfer matter? *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-013-1712-2
- Marschner, H. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Third Edition. Elsevier Ltd., Academic Press. USA. ISBN: 978-0-12-384905-2.
- Marín, M. y R Pérez de R. 1992. Importancia del análisis foliar en la evaluación de la fertilidad de suelos en Venezuela. Una revisión. *Revista de Agronomía (LUZ)*: 9:1-15.
- Montemurro, F., G. Convertini, D. Ferri and M Maiorana. 2005. **MSW Compost Application on Tomato Crops in Mediterranean Conditions: Effects on Agronomic Performance and Nitrogen Utilization.** *Compost Science & Utilization*. Emmaus: Autumn 2005. Tomo13, Nº 4; pg. 234, 9 pgs
- Mortimer, P. E., M. R. Le Roux, M. A. Pérez-Fernández, V. A. Benedito, A. Kleinert, J. Xu & A. J. Valentine. 2013. The dual symbiosis between arbuscular mycorrhiza and nitrogen fixing bacteria benefits the growth and nutrition of the woody invasive legume *Acacia cyclops* under nutrient limiting conditions. *Plant Soil* 366:229–241. DOI 10.1007/s11104-012-1421-2.
- Näsholm, T., K. Kielland, and U. Ganeteg. 2009. Uptake of organic nitrogen by plants. *New Phytologist* 182: 31-48. Doi: 10.1111/j.1469-8137.2008.02751.x.
- Oberson, A., E. Frossard, C. Bühlmann, J. Mayer, P. Mäder & A. Lüscher. 2013. Nitrogen fixation and transfer in grass-clover leys under organic and conventional cropping systems. *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-013-1666-4.
- Olivera, M., N. Tejera, C. Iribarne, A. Ocan and C. Lluch. 2004. Growth, nitrogen fixation and ammonium assimilation in common bean (*Phaseolus vulgaris*): effect of phosphorus. *Physiologia Plantarum* 121: 498–505.
- Roberts, T. L. 2008. Improving Nutrient Use Efficiency. *Turk J. Agric. For.* 32: 177-182.
- Robertson, G. P. and P. M. Vitousek. 2009. Nitrogen in Agriculture: Balancing the Cost of an Essential Resource. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 34: 97-125. Doi: 10.1146/annurev.enviro.032108.105046.
- Salisbury, K.R. y C.W. Ross. 1994. *Fisiología vegetal*. Grupo Editorial Iberoamericano, S.A. de C.V. México, D.F.
- Sánchez Gómez, T. M. 2009. Caracterización microbiológica del proceso de compostaje a partir de residuos azucareros. *Agronomía Trop.* 59(3): 309-316.
- Slavich, P. G., K. Sinclair, S. G. Morris, S. W. L. Kimber, A. Downie & L. Van Zwieten. 2013. Contrasting effects of manure and green waste biochars on the properties of an acidic ferralsol and productivity of a subtropical pasture. *Plant Soil* 366:213–227. DOI 10.1007/s11104-012-1412-3
- Stacey, G., R.H.Burris and H.J.Evans eds. 1992. *Biological Nitrogen Fixation*. Chapman and Hall, Inc. N.Y.
- Takakai, F., M. Takeda, K. Kon, K. Inoue, S. Nakagawa, K. Sasaki, A. Chida, K. Sekiguchi, T. Takahashi, T. Sato and Y. Kaneta. 2010. Effects of preceding compost application on the nitrogen budget in an

upland soybean field converted from a rice paddy field on gray lowland soil in Akita, Japan. *Soil Science and Plant Nutrition* 56, 760–772.

Tian, J., S. Lu, M. Fan, X. Li & Y. Kuzyakov. 2013. Integrated management systems and N fertilization: effect on soil organic matter in rice-rapeseed rotation. *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-013-1715-z.

Townsend, A., R. y R. W. Howarth, 2010. El problema global del nitrógeno. *Investigación y Ciencia* 403.

Tripp, H., Bench, S., Turk, K., Foster, R., Desany, B., Niazi, F., Affourtit, J., & Zehr, J. 2010. Metabolic streamlining in an open-ocean nitrogen-fixing cyanobacterium. *Nature* 464, 90-94.

van der Heijden, M. G. A., F. M. Martin, M. A. Selosse, and I. R. Sanders. 2015. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future. *New Phytologist* 205: 1406-1423. Doi: 10.1111/nph.13288.

Yu-kui, R., J. Shi-ling, Z. Fu-suo y S. Jian-bo. 2009. Efectos de la aplicación de fertilizante nitrogenado en la composición de los elementos en los granos de maíz. *Agrociencia* 43: 21-27.