

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Delineación de Programas de Nutrición
Clave de la asignatura:	NTF-1703
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Desde el punto de vista económico de la producción agrícola, sin una adecuada disponibilidad de nutrientes, las plantas no producen de acuerdo a su potencial genético. El logro de una producción rentable pasa por un manejo adecuado de la fertilidad del suelo, asegurando una adecuada disponibilidad de nutrientes para las plantas. Asegurar una buena nutrición a los cultivos conlleva a que las plantas, además de incrementar su producción, puedan afrontar mejor los problemas sanitarios y ambientales. La agricultura es un conjunto de intervenciones humanas que modifican los ecosistemas, para maximizar la producción deseada y minimizar las pérdidas de energía a lo largo de las cadenas tróficas (Villalobos, 2008, p. 20-23). Una de estas intervenciones lo constituye la nutrición del cultivo, ya que en ésta es necesario suplir las necesidades de nutrientes de los cultivos para asegurar una buena producción. Tradicionalmente un programa de fertilización se realiza sobre la aplicación de una cantidad de fertilizante por unidad de superficie, de cultivo o de producto cosechado. El criterio general para determinar esta cantidad de fertilizante a aplicar se obtiene a partir de las extracciones específicas para cada cultivo y calculadas a partir del nivel de producción esperado, tomando en cuenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Hasing, 2002, p. 5-7). La elaboración de un buen programa de fertilización debe ajustarse a las necesidades del cultivo con que se estará trabajando, seleccionar adecuadamente los fertilizantes, dosificarlos según las extracciones reales del cultivo, conociendo los rendimientos medios de varios años y los contenidos de nutrientes en el suelo y elegir bien las épocas de aplicación en cada caso (Cadahía, 2008, p. 70-71).

En estudios realizados, se ha logrado establecer que los costos de fertilización representan entre un 45 a 60% del costo total de producción del cultivo, lo que es alto, considerando la gran importancia en el rendimiento y en la calidad que trae consigo una buena fertilización (Carillo, 2003, p. 85-88). Por tal razón, es importante conocer algunas herramientas necesarias para lograr establecer un buen programa de fertilización para los cultivos de interés comercial, principalmente basándose la interpretación de los resultados del análisis de laboratorio ya que son la parte fundamental del proceso de establecimiento de un adecuado programa de fertilización.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

<p>Intención didáctica</p> <p>La nutrición de los cultivos juega un papel clave en los sistemas de producción por lo que es de vital importancia que el ingeniero en innovación agrícola sustentable esté capacitado para diseñar y ejecutar programas al respecto, por lo que esta asignatura está dividida en cinco unidades temáticas: en la primera unidad, titulada “Metodología e Interpretación de Análisis de tejido vegetal y agua”, se desarrollaran los tópicos asociados a los procesos, metodologías e interpretación relacionados con el procesamiento de muestras de tejidos vegetales y del agua de riego, que son una herramienta clave para el diseño de los programas de nutrición. En la unidad segunda: “Generación de Recomendaciones de Fertilización”, se desarrollaran las habilidades para asociar la interpretación de análisis con la demanda nutrimental, según la fenología de los cultivos para la generación de enmiendas y recomendaciones de fertilización. En la tercera unidad, “Fertilización Foliar”, se hará alusión a los mecanismos fisiológicos involucrados en los procesos de absorción de nutrientes vía foliar y a través de la resolución de casos se desarrollara la capacidad de toma de decisiones para la correcta aplicación de fertilizaciones foliares como complemento a la nutrición vía radicular. En la cuarta unidad, “Relaciones Microbianas en la Nutrición Vegetal”, se tomará en cuenta el efecto de la actividad de los microorganismos en la nutrición vegetal como agentes fijadores de nutrientes.</p>
--

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Los Reyes, Michoacán. Septiembre de 2014.	Academia de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, del ITSLR.	ITSLR. Esta asignatura forma parte del bloque de la especialidad de Nutrición Vegetal.
Instituto Tecnológico Superior P’urepecha del 18 al 20 de febrero de 2017	Instituto Tecnológico Superior P’urepecha del 18 al 20 de febrero de 2017	Instituto Tecnológico Superior P’urepecha del 18 al 20 de febrero de 2017

4. Competencia(s) a desarrollar

<p align="center">Competencia(s) específica(s) de la asignatura</p> <ul style="list-style-type: none"> -Comprender la dinámica nutrimental del suelo y las relaciones planta – suelo que le permitirán sentar las bases para el desarrollo de enmiendas. -Desarrollar la capacidad de interpretar los análisis de agua, suelo y planta que le permitirán desarrollar enmiendas y programas de nutrición, así como corregir las deficiencias nutrimentales. -Elaborar curvas de demanda nutrimental que le servirán como herramienta para la dosificación de la fertilización. Aplicar de forma adecuada y eficiente la fertilización foliar.
--

Concientizar sobre la importancia de las relaciones microbianas en la nutrición vegetal y estará en condiciones de manejar éstas en beneficio de las planta cultivadas.

5. Competencias previas

- Utilizar información en internet y textos diversos.
- Utilizar técnicas de aprendizaje colaborativo, estudio de casos, aprendizaje basado en problemas y justificación de problemas.
- Sistematiza la información utilizada y recabada durante el curso.
- Aplicar normas de expresión escrita y oral, para la elaboración de ensayos y reportes. Interpretar el proceso del método científico.
- Conocimientos relacionados con la fertilidad del suelo.
- Asociar un comportamiento de elementos y factores del clima.
- Conocimiento de soluciones.
- Conocimiento de reacciones químicas.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Metodología e interpretación de análisis vegetal y agua.	1.1 Análisis de tejido vegetal y/o extracto celular de peciolo (ECP) 1.1.1 Muestreo. 1.1.2 Preparación de la muestra. 1.1.3 Análisis de la muestra. 1.1.4 Interpretación de los resultados. 1.1.5 La variabilidad de los resultados. 1.1.6 Análisis rápidos de campo (uso de equipos portátiles y paramétricos). 1.2 Análisis del agua de riego. 1.2.1 Toma de muestra. 1.2.2 Interpretación de análisis de laboratorio. 1.2.3 Uso de equipos portátiles. 1.3.4 Acondicionamiento del agua de riego.
2	Determinación de recomendaciones de fertilización.	2.1 Estimación de la demanda nutrimental de los cultivos. 2.2 Elaboración de curvas de demanda nutrimental. 2.3 Métodos utilizados para la generación de recomendaciones de fertilización. 2.3.1 Modelos de estimación de requerimientos de nutrientes. 2.3.2 Requerimiento de fertilizantes: métodos basados en el análisis de suelo y agua, métodos basados en el análisis de tejido vegetal. 2.3.3 Relación entre la demanda nutrimental y la fenología de la planta. 2.4 Diseño de programas de fertilización. 2.4.1 Fertilizantes y enmiendas de origen mineral.

		2.4.2 Fertilizantes y enmiendas de origen orgánico.
3	Fertilización Foliar.	<p>3.1 Mecanismos de absorción de nutrimentos por el follaje.</p> <p>3.2 La fertilización foliar como complemento de la nutrición mineral.</p> <p>3.3 Diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar.</p> <p>3.4 Principios y aplicaciones de la fertilización foliar.</p> <p>3.5 Fuentes de fertilizantes foliares.</p> <p>3.6 Cálculo de disoluciones y calidad de agua.</p> <p>3.7 Sistemas de aplicación de fertilizantes foliares.</p> <p>3.8 La fertilización foliar en frutales y hortalizas.</p> <p>3.9 Fertilización foliar con ácidos húmicos, fulvicos, algas y otros productos orgánicos.</p> <p>3.10 Bioestimulantes en fertilización foliar.</p>
	Relaciones microbianas en la nutrición vegetal.	<p>4.1 Fijación biológica del nitrógeno atmosférico (FBN).</p> <p>4.2 Sistemas fijadores del nitrógeno.</p> <p>4.3 Mecanismo de la FBN.</p> <p>4.4 Preparación y aplicación de inoculantes en sistemas de FBN.</p> <p>4.5 Rol de las micorrizas en la nutrición mineral de las plantas hospederas.</p> <p>4.6 Tipos de micorriza y mecanismos de acción.</p> <p>4.7 Rol de las micorrizas en la tolerancia a metales pesados.</p> <p>4.8 Otros efectos de las micorrizas.</p> <p>4.9 Criterios científicos para la optimización del funcionamiento de la micorriza.</p> <p>4.10 Inoculantes de micorriza y su uso.</p> <p>4.11 Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR).</p> <p>4.12 Funciones y mecanismos de acción.</p> <p>4.13 Preparación de inoculantes en base a PGPR.</p> <p>4.14 Bioprotección contra estrés biótico y abiótico.</p> <p>4.15 Otros microorganismos importantes en el suelo.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Metodología e Interpretación de Análisis de Tejido vegetal y agua	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Tomar, procesar y conservar muestras de suelo, agua y vegetales de forma apropiada para su posterior envío al laboratorio. Determinar las cantidades de micro y macronutrientes presentes en muestras de suelos, agua y vegetales. En agua y suelos se determinarán además otras propiedades como el contenido de sales y pH. Interpretar los análisis de suelos, agua y vegetales, lo cual será la base que le permitirá posteriormente diseñar programas de nutrición y su aplicación en los cultivos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica. • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de trabajar en forma individual y en equipo. 	<p>Realizar prácticas de campo para la correcta toma, preparación y conservación de muestras de suelo, agua y vegetales.</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio para el procesamiento de muestras de suelo, agua y vegetales para la determinación de nutrientes.</p> <p>Resolver casos de interpretación de análisis de suelo, agua y vegetales.</p>
Generación de Recomendaciones de Fertilización	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Realizar análisis de suelos, agua, y vegetales, para elaborar las curvas de demanda nutrimental de las plantas, que servirán para hacer recomendaciones de fertilización.</p> <p>Desarrollar criterios para generar</p>	<p>Elaboración de curvas de demanda nutrimental, para los principales cultivos de la región.</p> <p>Desarrollar programas de nutrición en base a los distintos métodos de diagnóstico del requerimiento nutrimental y según las etapas fenológicas de la planta.</p>

<p>enmiendas que permitan corregir las deficiencias nutrimentales del suelo, así como corregir problemas de pH y salinidad.</p> <p>Diseñar programas de nutrición que tomen en cuenta los criterios de racionalidad y sustentabilidad.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades para buscar y analizar información provenientes de otras fuentes • Capacidad de expresión oral y escrita. • Solución de problemas. • Capacidad de trabajar en equipo 	
Fertilización Foliar	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Comprender la importancia de la fertilización foliar como complemento de la nutrición mineral, tomando conciencia de que la primera en ningún caso podrá sustituir a la segunda.</p> <p>Diseñar programas de nutrición que hagan uso eficiente y racional de la fertilización foliar.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades para buscar y analizar información proveniente de otras fuentes.. • Toma de decisiones. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad de investigación. 	<p>Previa investigación documental sobre la fertilización foliar como complemento a la nutrición mineral, se elaborara un mapa conceptual, mapa mental, cuadro sinóptico, y/o síntesis.</p> <p>Prácticas de campo para la preparación de mezclas y métodos para la correcta aplicación de productos foliares.</p>
Relaciones Microbianas en la Nutrición Vegetal	
Competencia	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Comprender la importancia de los microorganismos en la nutrición vegetal y será capaz de tomar decisiones acertadas sobre la preparación y aplicación de</p>	<p>Investigar las funciones de los microorganismos en el suelo haciendo énfasis en aquellos involucrados en la nutrición vegetal.</p>

<p>inoculantes biológicos en la agricultura.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades para buscar y analizar información proveniente de otras fuentes.. • Capacidad para solucionar problemas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<p>Desarrollar un modelo experimental que permita evaluar los efectos de las aplicaciones de microorganismos en el suelo.</p>
--	---

8. Práctica(s)

Practica 1. Determinación de propiedades físicas y químicas de suelo en campo y laboratorio. Se determinaran textura, estructura, consistencia, pH, conductividad eléctrica y materia orgánica.

Practica 2. Toma de muestras de suelos, agua y vegetales. Se describirán los procesos para la toma, preparación y conservación de muestras para su envío a laboratorio.

Practica 3. Procesamiento de muestras de suelo en laboratorio. Se determinaran nutrientes y contenido de sales.

Practica 4. Procesamiento de muestras de agua en laboratorio. Se determinaran los contenidos de nutrientes, sales, pH y otros parámetros de importancia para evaluar la calidad del agua de riego.

Practica 5. Análisis de tejido vegetal y/o extracto celular de peciolo (ECP). Se determinaran el contenido de nutrientes en la planta.

Practica 6. Aplicaciones foliares. Se prepararan mezclas, se calibraran los equipos y se realizara la aplicación de foliares.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.

- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto integrador, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias específicas y genéricas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Reportes de investigación y exposición en clase con discusiones grupales.
Resolución de ejercicios sobre temas específicos
Reportes de visitas prácticas de campo y de laboratorio.
Exámenes escritos

11. Fuentes de información

1. ARCILA, P. J.; FARFÁN, V. F. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Colombia: Cenicafe.
2. ARÉVALO, G., CASTELLANO, M. 2009. Manual de Fertilizantes y Enmiendas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 57p.
3. AVLIN, J.L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizers; an introduction to nutrient management. 6. ed. Upper Saddle River, Prentice Hall, 1999. 499 p.
4. CERISOLA, C.I., DOMINGUEZ, E. 1989. Lecciones de agricultura biológica. Ed. Mundi-Prensa.
5. DIBB D.W. Nutrientes inorgánicos y orgánicos:Cuál es la diferencia?. Instituto de la Potasa y el Fósforo-INPOFOS, México. Informaciones Agronómicas (México), N° 48:1-3. 2002.
6. Epstein E (1999) Ann Rev Plant Physiol Plant Mol Biol 50:641-664.
7. Epstein E y Bloom AJ (2005) Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
8. FAO (2001). Directrices para ensayos y demostraciones de nutrición vegetal y manejo de suelos a nivel de finca. Roma, Italia. 86 p.
9. GAIVIRONSKY L., A. Estándares orgánicos internacionales. OneCert.Lincoln, Lincoln, NE. USA, 2004.80 p.

10. HERRERA A. Verdades y mitos sobre la materia orgánica y los abonos orgánicos. Instituto de la Potasa y el Fósforo-INPOFOS, México. Informaciones Agronómicas (México), N° 5:4-5. 2001.
11. KUEPPER, G. 2000. An overview of organic crop production. Fundamentals of Sustainable Agriculture. <http://www.attra.ncat.org>
12. LAF. 1999. Avaluació i aprofitament dels residus orgànics d'origen ramader en agricultura. Quadern de Divulgació núm. 5. Diputació de Lleida.
13. LAMPKIN, N. 1998. Agricultura ecológica. Ed. Mundi-Prensa.
14. Loomis RS y Connor DJ (1992) Crop Ecology: Productivity and Management in Agricultural System. Cambridge University Press, Cambridge.
15. Marschner H (1995) Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd ed, Academic Press, London.
16. MENDEZ, G.; MOLINA, E. Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), UCR. Sabanilla, Costa Rica, Febrero (Costa Rica) 2002, 142 p (Memorias).
17. MELENDEZ G.; SOTO G. Taller de Abonos Orgánicos. proyecto. Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), UCR. Sabanilla, Costa Rica, 3 y 4 demarzo (Costa Rica) 2003, 155 p (Memorias).
18. MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. (2001). Principles of Plant Nutrition, 5th ed. Kluwer Acad. Publ. Dordrecht.
19. SHEIFA, J. M. (1993). Manual de análisis de suelos y tejido vegetal: una guía teórica y práctica de metodologías. Documento de trabajo n° 129. Centro Internacional de Agricultura Tropical• CIAT. 103 p.
20. Taiz L y Zeiger E (2010). Plant Physiology, 5th ed., Sinauer Associates Inc, Sunderland, MA. 690 p.