

1. DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Nutrición Vegetal
Carrera:	Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable
Clave de la asignatura:	ASF-1016
SATCA ¹ :	3-2-5

2. PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

La Nutrición Vegetal, como disciplina agronómica, contribuye al incremento de la producción agrícola y conduce a la obtención de productos de alta calidad, mediante un uso racional de los materiales fertilizantes químicos y orgánicos, promueve el aprovechamiento óptimo de estos y del agua, con lo cual se evita el impacto ambiental de los mismos. La Nutrición Vegetal finaliza el esquema de estudio de la producción agrícola, con base al estudio de las ciencias que intervienen en la Edafología.

Como toda ciencia, la Nutrición Vegetal guarda estrecha relación con otras disciplinas del conocimiento, afines por la naturaleza de su origen (Biología) y por la participación continua de conceptos y términos que aumentan el valor de su importancia en la Agronomía. La Nutrición Vegetal depende de la Anatomía, Fisiología e Histología de la planta y se relaciona con la Biología Celular, Fertilidad de Suelos, Climatología, Ecología Vegetal y Bioquímica. De ésta relación científica, existe la posibilidad de realizar una interpretación fenomenológica (*v.gr.* Fisiología Vegetal, Bioquímica, Biología Celular) y facilitar la interpretación agronómica (*v.gr.* Ecología, Fertilidad de Suelos) que daría lugar a la aplicación práctica de la materia.

La Nutrición Vegetal es una ciencia biológico-agronómica que se dedica al estudio de las relaciones nutrimentales y su efecto en el metabolismo de la planta, con el propósito de aumentar la eficacia por el uso de materiales fertilizantes y conducir al incremento de la cantidad y calidad de los productos agrícolas, en estrecha dependencia con los cambios ambientales.

Intención didáctica

Los aspectos que cubre la Nutrición Vegetal, son del orden: (1) Bioquímico, tales como: a) Funciones y metabolismo de los nutrimentos, b) Síntesis de productos, y c) Reacción e influencia que causa la adición de sustancias químicas (sean de naturaleza orgánica o inorgánica); (2) Fisiológico, como: a) Absorción, transporte y asimilación de nutrimentos, b) Regulación del transporte de nutrimentos, y c) Alteraciones fisiológicas por estrés (condición limitante); (3) Ecológico, a través de: a) Dinámica nutrimental edáfica, b) Variación antropogénica (riego, fertilización, manejo de suelo, etc.), y c) Flujos de energía

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

del ecosistema y procesos de retroalimentación.

De tal modo que los niveles manejados en esta materia serán moleculares, individuales y poblacionales. Estos niveles se distribuyen en cinco unidades que comprende el programa de Nutrición Vegetal.

En la primera unidad se hace un repaso de la posición que guarda la Nutrición Vegetal como disciplina agronómica dentro de la Biología y sus partes, de las cuales se nutre o se apoya. Dado que el alumno cuenta con conocimientos mínimos de Fertilidad de Suelo; se considera un tema que los aborda a profundidad. La segunda unidad representa la columna vertebral de la disciplina, ya que el conocimiento y manejo apropiado de los nutrimentos esenciales constituye el éxito de rendimientos altos acompañados de buena calidad. La tercera unidad aborda la Actividad de la raíz y el Sistema radical, una de las formas en que la planta adquiere los nutrimentos derivados del suelo o de la solución nutritiva. La cuarta unidad trata de Transporte de Nutrimentos y Fotoasimilados, en estrecha relación con la condición nutricional de la planta y su interacción con el ambiente. En la quinta unidad se plantea la fertilización, análisis de suelo, corrección de pH, las características físicas y químicas de los fertilizantes y forma de manejo, así como la fertilización foliar.

Para lo anterior, el profesor debe ser formado en la especialidad de suelos o contar con estudios de posgrado en Fertilidad de Suelos o en Nutrición Vegetal. Con base a ello, el profesor debe fomentar la lectura de disciplinas que rodean a la Nutrición Vegetal y apoyar constantemente al alumno con asesorías extraclase, pues las características del programa y la intensidad de la información relacionada, deberá abordarse con paciencia para facilitar la comprensión del alumno, dada su desventaja ante la Edafología como ciencia básica.

3. COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:	Competencias genéricas
<p>Capacitar al alumno para hacer un uso racional de los fertilizantes químicos y orgánicos.</p> <p>Comprender la demanda de nutrimentos por la planta, en tiempo y espacio, para su crecimiento y desarrollo óptimos.</p> <p>Concientizar sobre el hecho de que la volatilización de compuestos nitrogenados contamina el aire y afecta la relación con el oxígeno.</p> <p>Proporcionar conocimientos en el metabolismo de la planta, suministro de los fertilizantes, movimiento de los nutrimentos esenciales en la planta, para obtener así producciones exitosas a un menor costo.</p>	<p>1. Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Capacidad de organizar y planificar• Comunicación oral y escrita <p>Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</p> <ul style="list-style-type: none">• Solución de problemas• Toma de decisiones.• Capacidad de interpretar análisis químicos de suelo, tejido vegetal y agua. <p>2. Competencias interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica.• Habilidades interpersonales.• Capacidad de trabajar en equipo

<p>Adquirir la capacidad para enfrentar y resolver problemas que la planta presente dependiendo del tipo de cultivo, edad de la planta y condiciones edáfico-climáticas.</p>	<p>interdisciplinario</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. • Habilidad para generar un ambiente laboral. • Compromiso ético <p>3. Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de investigación. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de aprender. • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Liderazgo. • Conocimiento de culturas y costumbres de otros países. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. • Iniciativa y espíritu emprendedor. • Preocupación por la calidad. • Búsqueda del logro.
--	---

4. Historia del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
<p>Reunión Nacional de Academia, Tecnológico de Roque, Gto., del 26 al 30 de Octubre de 2009.</p>	<p>Academia Nacional de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.</p>	<p>Actualizar y reorientar la Carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable bajo la metodología basada en competencias profesionales.</p>
<p>Institutos Tecnológicos de: Roque y Torreón, del 3 de noviembre del 2009 al 19 de marzo del 2010</p>	<p>Representantes de la Academia de Ingeniería en Agronomía y de Ingeniería en Innovación Agrícola</p>	<p>Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable</p>

5. OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso):

- a) Capacitar al alumno para hacer un uso racional de los fertilizantes químicos y orgánicos.
- b) Comprender la demanda de nutrimentos por la planta, en tiempo y espacio, para su crecimiento y desarrollo óptimos.
- c) Concientizar sobre el hecho de que la volatilización de compuestos nitrogenados contamina el aire y afecta la relación con el oxígeno.
- d) Proporcionar conocimientos en el metabolismo de la planta, suministro de los fertilizantes, movimiento de los nutrimentos esenciales en la planta, para obtener así producciones exitosas a un menor costo.
- e) Adquirir la capacidad para enfrentar y resolver problemas que la planta presente dependiendo del tipo de cultivo, edad de la planta y condiciones edáfico-climáticas.

6. COMPETENCIAS PREVIAS

- a) Manejo de la tabla periódica de los elementos y bases de estequiometría.
- b) Conocimientos de los procesos de formación de los suelos y conceptos de las propiedades físicas, químicas y biológicas que regulan la disponibilidad de los nutrimentos.
- c) Comprensión de los mecanismos bioquímicos mediante los cuales se obtienen los metabolitos primarios de las plantas.
- d) Conocimientos mínimos relacionados con la Fertilidad de Suelos.

7. TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Introducción.	1.1. Importancia. 1.1.1. Definición de Nutrición Vegetal. 1.1.2. Relación con otras disciplinas agronómicas. 1.1.3. Aspectos que cubre la Nutrición Vegetal. 1.1.4. Factores que intervienen en la producción de los cultivos. 1.2. Nociones de Fertilidad de Suelos. 1.2.1. Fertilidad de suelos. Definición. 1.2.2. Historia. 1.2.3. Criterios de esencialidad de los nutrimentos. 1.2.4. Clasificación de nutrimentos.

2.	Nutrimentos esenciales.	<p>2.1. Nitrógeno.</p> <p>2.1.1. Importancia y ciclo.</p> <p>2.1.2. Asimilación mineral y fijación biológica (fijación simbiótica y libre).</p> <p>2.1.3. Metabolismo y función en la planta.</p> <p>2.1.4. Síntomas de deficiencias y toxicidades.</p> <p>2.2. Fósforo.</p> <p>2.2.1. Importancia y ciclo.</p> <p>2.2.2. Asimilación mineral y fijación biológica (micorrización).</p> <p>2.2.3. Metabolismo y función en la planta.</p> <p>2.2.4. Síntomas de deficiencias y toxicidades.</p> <p>2.3. Potasio.</p> <p>2.3.1. Importancia y ciclo.</p> <p>2.3.2. Asimilación mineral.</p> <p>2.3.3. Aporte cualitativo.</p> <p>2.3.4. Metabolismo y función en la planta.</p> <p>2.3.5. Síntomas de deficiencias y toxicidades.</p> <p>2.4. Calcio, Magnesio y Azufre.</p> <p>2.4.1. Ciclo.</p> <p>2.4.2. Importancia en la nutrición de plantas.</p> <p>2.4.3. Metabolismo y función en la planta.</p> <p>2.4.4. Síntomas de deficiencias y toxicidades.</p> <p>2.5. Micronutrimentos: B, Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Cl.</p> <p>2.5.2. Importancia.</p> <p>2.5.3. Complejos quelatantes.</p> <p>2.5.4. Metabolismo y función en la planta.</p> <p>2.5.5. Síntomas de deficiencias y toxicidades.</p> <p>2.5.6. Manejo y pH.</p>
3.	Actividad de la raíz y absorción radical.	<p>3.1. Raíz.</p> <p>3.1.1. Importancia y función.</p> <p>3.1.2. Influencia sobre el ambiente edáfico.</p> <p>3.2. Sistema radical.</p> <p>3.2.1. Forma, tamaño y distribución.</p> <p>3.3. Excreciones radicales.</p> <p>3.3.1. De peso molecular bajo.</p> <p>3.3.2. De peso molecular alto.</p> <p>3.3.3. Factores que influyen.</p> <p>3.4. Colonización radical por la microbiota.</p> <p>3.4.1. Diversidad, localización y estimación.</p> <p>3.5. Absorción y mecanismos de competición</p> <p>3.5.1. Espacio Libre y localización.</p> <p>3.5.2. Gradientes nutrimentales.</p> <p>3.5.3. Respiración de la raíz y cambios en la solución del suelo.</p> <p>3.6. Acceso nutrimental.</p> <p>3.6.1. Absorción iónica y factores que la afectan.</p> <p>3.6.2. Flujo de masas.</p> <p>3.6.3. Difusión.</p> <p>3.6.4. Intercepción.</p>

4.	Transporte de nutrimentos y fotoasimilados.	4.1. Anatomía de xilema y floema. 4.2. Flujo iónico en la raíz. 4.3. Liberación de iones en el xilema y factores que intervienen. 4.3.1. Factores internos y externos. 4.3.2. Exudación del xilema. 4.4. Transporte en xilema y floema. 4.4.1. Composición y movilidad en el xilema. 4.4.2. Interacción durante la descarga de xilema. 4.4.3. Composición y movilidad en el floema. 4.4.4. Descarga del floema. 4.5. Transporte de larga distancia en el xilema y floema. 4.6. Removilización de nutrimentos.
5.	Fertilización.	5.1. Muestreo y análisis de suelos. 5.1.1. Interpretación de un análisis de suelo. 5.1.2. Corrección de pH del suelo. 5.2. Fertilizantes. 5.2.1. Terminología. 5.2.2. Características físicas y químicas. 5.2.3. Tipos de fertilizantes. 5.2.4. Formulación y aplicación de fertilizantes. 5.2.5. Tipos y aplicación de materia orgánica. 5.3. Fertilización foliar. 5.3.1. Anatomía de la hoja. 5.3.2. Absorción foliar. 5.3.3. Ventajas y desventajas. 5.2.4. Análisis foliar e interpretación.

8. SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

Convocar al alumno a la prestancia de atención de los temas y su relación con la realidad, forma de enfrentar y, mediante el razonamiento lógico, encontrar la solución

Participar constantemente propiciando el interés en el tema tratado por parte del alumno. Inducir a la lectura de material didáctico adicional a los temas vistos en una sesión, para la reafirmación del conocimiento adquirido en el aula.

Motivar el descubrimiento de temas e inducir el interés a los estudiantes para encontrar respuestas a través de la experimentación.

Confirmar la existencia de equipo, herramientas y dispositivos que facilitan la lectura del estado nutricional que presenta la planta.

Convocar al saneamiento del ambiente mediante prácticas agrícolas que se acerquen al empleo de orgánicos y fomentar las prácticas de inocuidad alimentaria exigida por el mercadeo de los productos.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Lectura y traducción de artículos científicos relacionados con el tema expuesto, así como su análisis y resumen grupal.
- Exposición de temas adicionales a los analizados en clase.
- Propuesta de proyecto de práctica a desarrollar, con apoyo del docente.
- Intervención participativa en el desarrollo de los temas y facilidad de palabra para contestar preguntas puntuales en sesiones.
- Desarrollo de exámenes parciales, escritos y orales.
- Asistencia y participación en el desarrollo de prácticas, informe y calidad del mismo.
- Búsqueda en internet, de información temática actualizada que le permita su participación en clase.

10. UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1. Introducción.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Involucrar al alumno en el contexto de la Nutrición Vegetal, conceptos e importancia en el campo agronómico y en la producción y calidad de los cultivos.</p> <p>Dominar los conceptos fundamentales de la Fertilidad de Suelos y orientarlos hacia el respeto del ambiente, mediante el manejo racional de los fertilizantes.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Discutir y analizar la importancia de la Nutrición Vegetal en el contexto agronómico.• Identificar los factores involucrados en la producción de los cultivos.• Investigar los factores que determinan la fertilidad del suelo.• Conocer los criterios de esencialidad de los nutrimentos.

Unidad 2. Nutrimentos esenciales.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Comprender la forma en la que son distribuidos y aprovechados los nutrimentos esenciales por la planta, mediante su metabolismo.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Investigar la distribución y aprovechamiento de las reservas nutricionales en los tejidos y órganos de la planta.• Reconocer la influencia de los nutrimentos, con respecto al órgano vegetal factible de ser explotado comercialmente.

<p>Analizar los efectos de los nutrimentos en las plantas, con interés especial en el rendimiento de aquella estructura de mayor interés agro-económico.</p> <p>Identificar la función y deficiencias de los nutrimentos en especies de interés agrícola y encontrar la manera de corregirlas mediante el manejo apropiado y oportuno de los fertilizantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las funciones y deficiencias nutrimentales en campo y valorarlas respecto al efecto que provocan en la productividad agrícola, a través de cuadros comparativos e imágenes.
---	---

Unidad 3. Actividad de la raíz y absorción radical.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Explicar la importancia de la raíz y el sistema radical, como sujetos involucrados en los procesos de absorción de nutrimentos y su interacción con la solución del suelo, la microbiota y organismos de mayor escala en la nutrición, defensa y soporte de la planta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comparar la morfología de distintas especies (v.gr., leguminosa vs. tuberosa) y comprender que cada especie tiene una respuesta que satisface las necesidades económico-productivas del productor. • Investigar la importancia de la función que guarda la raíz de la planta para enfrentar problemas de abastecimiento nutricional extraordinarios o de defensa ante organismos fitosanitariamente perjudiciales.

Unidad 4. Transporte de nutrimentos y fotoasimilados.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar la estructura de los conductos encargados del flujo de agua y nutrimentos y fotoasimilados.</p> <p>Conocer la forma en que se conducen los nutrimentos y los fotoasimilados y la forma en que se depositan en sitios de demanda específicos de la</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la movilidad de agua y nutrimentos específicos en la planta y demostrar su efecto, cuando se adicionan al suelo como fertilizantes. • Despertar el interés en los conceptos de ósmosis y transporte de corta y larga distancia, para explicarse la movilidad de los nutrimentos desde la raíz a los sitios de demanda específicos. • Manejar apropiadamente un cultivo en condiciones

planta.	controladas, y en la época indicada, que facilite el mejor aprovechamiento de los nutrimentos por la planta.
---------	--

Unidad 5. Fertilización.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer las técnicas de muestreo, análisis e interpretación de suelo, tejido vegetal y agua, para determinar el estado nutrimental de la planta.</p> <p>Familiarizar algunas reacciones químicas con las características que adquieren los materiales fertilizantes al mezclarlos y adquirir la habilidad debida al elaborarlas, bajo el principio de compatibilidad.</p> <p>Aplicar un programa de fertilización, de acuerdo a las condiciones de suelo y necesidades del cultivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar un análisis de suelo, y conocer las formas para corregir el pH del suelo. • Investigar daños ambientales provocados por el uso de materiales fertilizantes en el aire (SO₂, F, NO_x, NH₄), suelo (salinidad), mantos acuíferos (NO₃) y pérdida de la fertilidad de los suelos por el desconocimiento del manejo agrícola apropiado de ellos. • Elaboración de mezclas de fertilizantes y observación visual de efectos posteriores en la planta. • Establecer un programa de fertilización de acuerdo al tipo de cultivo, tipo y aplicación de fertilizantes. • Interpretar un análisis de tejido vegetal y conocer la técnica de la fertilización foliar, para corregir un problema nutricional de la planta.

11. FUENTES DE INFORMACIÓN

Consulta Básica

1. Aguilar, S. A., J. D. Echevers, B., y J. Z. Castellanos, R. 1987. Análisis químico para evaluar la fertilidad de los suelos. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. UACH. México.
2. Alcalde, B. S., Alcantar, G. G., y Tirado, T. J. L. Manual de prácticas de laboratorio, Análisis vegetal. Una herramienta de diagnostico. Colegio de Posgraduados. Montecillos, México.
3. Azcon-Nieto y Talón, M. J. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Editorial Mc Graw Hill-Interamericana. España.
4. Bennett, F. W. 1994. Nutrient Deficiencies Toxicities In Corp Plants. Collage of Agricultural Sciences and Natural Resources. Texas University Lubbock.
5. Bidwell, R. G. S. 1990. Fisiología vegetal. AGT Editor. México.

6. Burgueño, H. 1995. La Fertirrigación en Cultivos Agrícolas con Acolchado Plástico. Vol. II. Grupo Formato, SA de CV. México. 71 p.
7. Burgueño, H., F. Uribe, y M. Valenzuela. 1994. La Fertigación en Cultivos Agrícolas, con Acolchado Plástico. 3ª. ed. México. 46 p.
8. Cadahia, L. C. 1998. Fertirrigación, Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. España.
9. Cooke, G. W. 1990. Fertilizantes y sus usos. Editorial CECOSA. México.
10. Coombs, J., May, D. O., Long, S. P., y Scarlock, J. M. O. 1988. Técnicas de Fotosíntesis y bioproductividad. Editorial Futura. México.
11. Cruz, M. S. 1985. Abonos Orgánicos. México. 129 p.
12. FIRA. 1987. Instructivo técnico de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica. Serie agricultura "suelos".
13. Huterwall, G. O. 1989. Hidroponía. Cultivo de plantas sin tierra. Editorial Albatros. Argentina.
14. Jiménez, G. S. 1992. Fertilizantes de liberación lenta. Agroguía. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
15. Lira, S. R. H. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Trillas. México.
16. Martínez, G. A. 1988. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas. México.
17. Miller, E. V. 1981. Fisiología vegetal. Editorial UTEHA. México.
18. Mortved, J. J., Giordano, P. M., y Linday, W. L. 1983. Micronutrientes en Agricultura. AGT. Editor. México.
19. Ortiz, V. B., Ortiz, C. A. 1990. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. México.
20. Rodríguez, S. F. 2000. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. AGT Editor. México.
21. Rodríguez, N. F., y Ramírez, S. L. F. 1992. Materia orgánica, su efecto en el suelo e influencias directas en la planta. UACH. Departamento de suelo. México.
22. Tirado, T. J. L. 1993. Apuntes del curso EDA652. Nutrición Vegetal II. Colegio Posgraduados Montecillos, México.
23. Tislade, S. L., y Nelson, N. L. 1990. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Hispanoamericana. México.
24. Urrestarazu, G. M. 2000. Manual de Cultivo sin Suelo. Manuales, Universidad de Almería, España. 2ª. ed. Mundi-Prensa. España. 648 p.
25. Velarde, F. G .A., González, J. R., y Ruiz, V. S. 1980. Suelos y fertilización en fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
26. Yagodin, B. A. 1982. Agroquímica. Editorial Mir Moscu, Traducido del ruso por Ramiro Rincón Zabaco.

Revistas Seriadas

Agrociencia
 Plant Physiology
 Terra (Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo)
 Soil Science and Plant Nutrition
 Journal of Plant Nutrition
 Fertilizers Research
 Journal of Plant Physiology
 Soil Science of. American Society

12. PRÁCTICAS PROPUESTAS (aquí sólo describen brevemente, queda pendiente la descripción con detalle).

ENSAYO 1. Clorosis férrica: efecto de tratamientos de pre-inundación y adición de materia orgánica.

La clorosis férrica es una deficiencia nutrimental que se aprecia en amplias áreas de México, principalmente asociada a suelos calcimórficos. La adición de materia orgánica contribuye con la mayor liberación de Fe disponible, al ser descompuesta en condiciones de reducción.

ENSAYO 2. Clorosis férrica: corrección mediante aspersiones foliares.

Aplicaciones directas de sulfato de hierro y quelatos de hierro, disminuyen la clorosis férrica de las plantas deficientes. A pesar de ser una práctica común en el campo, existe incertidumbre acerca de la dosis más indicada.

ENSAYO 3. Clorosis férrica: efecto de las fuentes de fertilización nitrogenada.

La clorosis férrica puede atenuarse o aumentar de acuerdo a la fuente de nitrógeno. El equilibrio iónico radical variaría el pH de la rizósfera y habría mayor o menor demanda de Fe disponible, según la fuente nitrogenada.

ENSAYO 4. Clorosis férrica: efecto de la asociación de cultivos y la adaptación genotípica.

La asociación de cultivos controlaría la clorosis férrica, pues los exudados radicales de ciertas especies de plantas contribuyen a la liberación de hierro del suelo.

ENSAYO 5. Suelos de características ándicas: evaluación de diferentes fuentes de fósforo. En nuestro país, estos suelos están sometidos a una agricultura intensiva, sin embargo muestran deficiencias y probable toxicidad por su composición química especial; por lo que se recomienda la fertilización orgánica e inorgánica.

ENSAYO 6. Potasio: fertilización y fijación.

Al K se considera abundante en los suelos de México, pero no se tiene información precisa acerca de las necesidades de fertilización y las evidencias experimentales demuestran la respuesta a K a dosis altas al rebasar la capacidad de fijación del suelo.

ENSAYO 7. Fuentes de nitrógeno y absorción de fósforo en suelos ándicos.

El balance apropiado entre N y P se refleja en la mayor tasa de producción de materia seca de trigo, y un aumento en tallo y hojas; sin embargo, dosis altas abaten el rendimiento. El balance N-P parece ser crítico valores muy cercanos al rendimiento óptimo.

ENSAYO 8. Suelos ándicos: efecto de la adición de azufre.

Estos suelos, además de los problemas descritos, se asocian con la forma de cristalización del nutrimento, como sucede con S. Dosis bajas e intermedias de S promueven mayor crecimiento de gramíneas y mayor macollamiento; aunque el sulfato podría incrementar la deficiencia de P, por dilución o antagonismo.

ENSAYO 9. Efectos de la rizósfera.

Zona de influencia de la raíz que interacciona con la microbiota del suelo. Los cambios físicos, químicos y biológicos afectan la nutrición de la planta.

ENSAYO 10. Efecto de mezclas de abonos orgánicos e inorgánicos en la absorción de P.

La función positiva de los abonos orgánicos en el rendimiento de los cultivos, se relacionan con la liberación completa de nutrimentos requeridos por las plantas e influyen en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

ENSAYO 11. Difusión de tejidos vegetales (medición del “espacio libre”).

A diferencia de otros materiales, cuando el tejido vivo de la planta se somete a una solución salina, los iones sólo difunden en una parte del volumen total de tejido. El volumen de tejido así tratado, recibe el nombre de “espacio libre”.

ENSAYO 12. Variación de pH de una solución nutritiva debida a la absorción iónica diferencial.

La absorción preferencial de iones por las raíces de las plantas, hace variar el pH de la solución. Si la solución tiene mayor proporción de cationes de absorción rápida y aniones absorción lenta, disminuye el pH.

ENSAYO 13. Identificación visual de síntomas de deficiencias nutrimentales.

Visitar un cultivo, hortaliza o frutal, con la finalidad de identificar síntomas comunes de deficiencias nutrimentales, y plantear posible corrección del problema.

ENSAYO 14. Establecer un cultivo con diferentes dosis de fertilización para inducir deficiencias e intoxicaciones.

Establecer un cultivo de ciclo corto bajo un esquema de fertilización, con la finalidad de inducir sintomatología de deficiencias e intoxicaciones, que permita al estudiante visualizar coloraciones características de algunos nutrimentos.

ENSAYO 15. Análisis de tejido vegetal.

Es importante conocer la técnica del muestreo foliar para su análisis químico, e interpretar los resultados de éste con la finalidad de corroborar el nutrimento que está causando deficiencia o toxicidad, y proceder a su corrección.

ENSAYO 16. Visita a un sistema de producción de un cultivo en hidroponía.

Especies agrícolas económicamente redituables como tomate, pepino o pimiento, responden al cultivarse en hidroponía. El sistema cerrado de riego-drenaje con tezontle como sustrato, facilita la asignación de la solución nutritiva a la planta de interés.

ENSAYO 17. Visita a un sistema de producción bajo fertirriego.

El suministro balanceado de nutrimentos y la proporción apropiada de agua, adquiere mayor importancia en sistemas de producción con fertirriego. El manejo del cultivo bajo esta forma de producción genera rendimientos de relación beneficio-inversión alta.