

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
AGRONOMÍA EN HORTICULTURA PROTEGIDA

ANÁLISIS QUÍMICO Y DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL VEGETAL

I. DATOS GENERALES:

Unidad Académica:	Departamento de Fitotecnia
Programa Educativo:	Ingeniería en Horticultura Protegida
Nivel educativo:	Licenciatura
Línea curricular:	Agrobiología
Asignatura	Análisis químico y diagnóstico nutrimental vegetal
Créditos:	6.75
Clave	
Carácter:	Obligatorio
Tipo de curso:	Teórico-práctico
Prerrequisitos:	Química General, Bioquímica
Nombre del profesor:	Dr. Antonio Vázquez Alarcón QFB. Claudio Pérez Mercado
Ciclo escolar:	2008-2009
Año:	5to
Semestre:	1ro
Horas teoría/semana:	3.0
Horas práctica/semana:	1.5
Horas totales del curso:	72
Horas de aprendizaje independiente	36

II. RESUMEN DIDACTICO

El curso de Análisis Químico y Diagnóstico Nutrimental Vegetal, se ubica en el primer semestre de quinto año de la carrera de Agronomía en Horticultura Protegida. Tiene como prerrequisitos la materia de química impartida en la preparatoria agrícola, así como Bioquímica, impartida en el primer año de la carrera. Durante el semestre que se imparte se relaciona horizontalmente con las materias de Nutrición Vegetal y Ecofisiología, además su relación vertical es con Propagación Vegetal. Así como el constituir parte de las bases para el desarrollo de cursos subsecuentes como Sistemas Hidropónicos, genotecnia, Producción de Hortalizas, Producción de Flores y Ornamentales, Producción de Frutales, Aplicación Hortícola, Horticultura regional I, II y III, donde se aplica parte del conocimiento aquí desarrollado.

La asignatura es un curso teórico-práctico, por lo que además del trabajo en el aula se complementa con actividades prácticas en laboratorio y campo (invernaderos). Como recursos y materiales didácticos se emplean materiales audiovisuales (diapositivas, presentaciones y software de computadora), material impreso (libros, artículos y otros

documentos), muestras de suelo, agua y planta, sustancias químicas, instrumental y equipo especializado de laboratorio. El proceso educativo se desarrolla mediante la exposición de los temas por parte del docente, la discusión en conjunto con los alumnos, apoyándose frecuentemente en lecturas o investigaciones previas, y de manera importante la ejercitación mediante las actividades prácticas, los trabajos extra clase y la evaluación frecuente a base de preguntas, reportes y exámenes de conocimientos.

III. PRESENTACIÓN

El análisis químico de suelo, agua y tejido vegetal es una herramienta indispensable para realizar un diagnóstico del estado nutrimental vegetal, el cual será un indicador de las condiciones en que se desarrollan las plantas y de la efectividad de las prácticas de manejo del cultivo. El diagnóstico del estado nutrimental de las plantas servirá para hacer recomendaciones sobre el manejo del cultivo, de tal manera que se logren las condiciones óptimas de crecimiento, sobre todo las referentes a la nutrición mineral.

En horticultura protegida, es indispensable controlar todos los factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que de ello dependerá el éxito del sistema de producción. Por esto, un diagnóstico nutrimental basado en las técnicas de análisis químico más modernas, contribuirán de manera importante a lograr las metas en los sistemas modernos de producción vegetal.

El curso fortalece los fundamentos básicos de Química que permiten entender o interpretar los cambios o reacciones que ocurren en todas las etapas del proceso analítico que comprende desde la separación o extracción del elemento de interés en las muestras de suelo o planta, hasta su determinación cuantitativa al aplicar una técnica analítica. El manejo de las técnicas analíticas tendrá aplicación posterior en cursos como Edafología, Nutrición Vegetal, Sistemas Hidropónicos y todas aquellas áreas donde se estudian los fenómenos químico-biológicos que ocurren en los procesos del suelo o sustrato y la planta.

Dentro del programa del curso se incluyen los fundamentos teóricos de las técnicas clásicas e instrumentales, así como sus aplicaciones prácticas, que permiten realizar el diagnóstico nutrimental en suelos y plantas. Se aplican los conceptos teóricos y se realizan prácticas con las técnicas analíticas utilizadas frecuentemente en el análisis de suelos, aguas y plantas, para elaborar el diagnóstico nutrimental vegetal.

III. OBJETIVOS

General

Utilizar los fundamentos del análisis químico de suelo, agua y tejido vegetal para aplicar correctamente las técnicas analíticas así como evaluar los elementos de un diagnóstico nutrimental vegetal confiable.

Específicos

Como resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje teórico y práctico el estudiante tendrá el conocimiento y la capacidad para:

- 1.- Aplicar de manera correcta el muestreo de suelos, agua y tejido vegetal para emplear el análisis químico de manera eficiente.
- 2.- Disponer de los fundamentos básicos de los principios teóricos y prácticos para desarrollar las técnicas analíticas indispensables en el análisis químico de suelos y plantas.
- 3.- Analizar las ventajas o desventajas del análisis químico, a fin de explicar su utilidad práctica, sus limitaciones y precauciones al momento de llevarse a cabo.
- 4.- Utilizar los principios teóricos y aplicar los fundamentos del manejo de los instrumentos y equipo necesario para implementar las técnicas de análisis químico de suelo y planta.
- 5.- Diferenciar los criterios al decidir las técnicas analíticas para utilizar estas de acuerdo a las determinaciones químicas requeridas en el diagnóstico del estado nutrimental vegetal.
- 6.- Relacionar los principios de interpretación del análisis químico de suelo, agua y tejido vegetal, para aplicar el diagnóstico del estado nutrimental vegetal.

IV. CONTENIDO

TEÓRICO (50 h)

UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN (1.0 h)

1. Justificación del curso en la carrera
2. Tipos de análisis químico
3. Objetivos del análisis químico de suelos y plantas

UNIDAD 2. MUESTREO DE SUELOS, AGUA Y TEJIDO VEGETAL (2.5 h)

1. Fundamentos del muestreo
2. Consideraciones especiales del muestreo de suelo, agua y tejido vegetal
3. Manejo de muestras de suelo, agua y tejido vegetal

UNIDAD 3. REVISIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS (6.0 h)

1. Unidades químicas (1.5 h)
2. Teoría Acido-Base (1.5 h)
3. Electrolitos y no electrolitos (1.5 h)
4. Soluciones (1.5 h)

UNIDAD 4. EQUILIBRIO QUÍMICO (6.0 h)

1. Conceptos cinéticos (0.5 h)
2. Equilibrios iónicos
 - a) Ionización del agua (0.5 h)
 - b) Definición de pH (0.5 h)
 - c) Disociación de ácidos y bases débiles (1.0 h)
 - d) Teoría de soluciones amortiguadas (1.0 h)
 - e) Equilibrios de neutralización (1.0 h)
 - f) Equilibrios de hidrólisis (1.0 h)

g) Equilibrios de solubilidad (1.0 h)

UNIDAD 5. OPERACIONES PREVIAS AL ANÁLISIS (4.0 h)

1. Preparación de la muestra (1.0 h)
2. Extracto de saturación (1.0 h)
3. Extracción de savia (1.0 h)
4. Método de digestión (suelo y tejido) (1.0 h)

UNIDAD 6. METODOS CLASICOS DE ANALISIS (10.0 h)

1. Fundamentos de gravimetría (1.5 h)
2. Volumetría
 - a) Neutralización (1.5 h)
 - b) Teoría de indicadores (1.5 h)
 - c) Complejometría (2.0 h)
 - d) Precipitación (2.0 h)
 - e) Redox (1.5 h)

UNIDAD 7. METODOS INSTRUMENTALES (6.5 h)

1. Potenciometría
 - a) Potenciales Redox (1.0 h)
 - b) Pilas galvánicas (1.0 h)
 - c) Ecuación de Nernst (1.0 h)
 - d) Medición de pH (1.0 h)
 - e) Electrodo s específicos (1.5 h)
 - f) Titulaciones potenciométricas (1.0 h)

UNIDAD 8. METODOS ESPECTROQUÍMICOS (8.0 h)

1. Radiaciones electromagnéticas (1.0 h)
2. Interacción de las radiaciones con la materia
 - a) Espectros de absorción (1.0 h)
 - b) Espectros de emisión (1.0 h)
3. Leyes fundamentales de espectroquímica
 - a) Ley de Lambert-Beer (0.5 h)
 - b) Desviaciones de la Ley de Lambert-Beer (0.5 h)
4. Determinaciones cuantitativas por espectrofotometría de absorción
 - a) Curvas de calibración (1.0 h)
5. Análisis espectrométricos atómicos
 - a) Espectrofotometría de emisión (1.0 h)
 - b) Espectrofotometría de absorción atómica (1.0 h)

UNIDAD 9. DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL (6.0 h)

1. Concepto de diagnóstico nutricional vegetal (0.5 h)
2. El análisis de suelo, agua y tejido vegetal como elementos de diagnóstico (0.5 h)
3. Tipos de diagnóstico (3.0 h)
 - a) Visual

- b) Considerando la concentración nutrimental (rangos críticos, niveles de suficiencia).
 - c) Considerando relaciones nutrimentales (Kenworthy, DRIS)
- 5 Representación e interpretación de la dinámica y balance nutrimental (1.5 h)
- a) Gráficas bivariadas (tiempo-concentración, tiempo-relación nutrimental)
 - b) Gráficas multivariadas o tipo radar (tiempo-concentración-relación nutrimental-porcentaje relativo-tratamiento-factor)
6. Alcances y limitaciones (0.5 h)

PRÁCTICAS (22 h)

Objetivos

1. Emplear las técnicas analíticas y manejar los aparatos de medición más comunes en los laboratorios para ejecutar el análisis químico de suelo, agua y tejido vegetal .
2. Emplear las técnicas analíticas de utilidad en el análisis de suelo , agua y planta para realizar un diagnóstico nutrimental confiable .
3. Practicar los conceptos teóricos estudiados en el programa del curso para emplear completamente el conocimiento de las técnicas de análisis de suelo, plantas y agua.
4. Inferir sobre la conveniencia de la utilización de las diferentes técnicas analíticas para realizar un diagnóstico nutrimental vegetal correcto .

Práctica No. 1 Resolución de problemas sobre soluciones (2 h)

Práctica No. 2 Resolución de problemas sobre equilibrio químico (2 h)

Práctica No. 3 Muestreo y preparación de muestras de suelos, agua y tejido vegetal (4 h)

Práctica No. 4 Preparación de soluciones y patronización (1)

Práctica No. 5 Determinación de Nitrógeno –Kjeldahl (2.0)

Práctica No. 6 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y cloruros en suelos salinos (3 h)

Práctica No. 7 Determinación de materia orgánica en suelos (2 h)

Práctica No. 8 Determinación de pH en Suelos (1 h)

Práctica No.9 Determinación de P extractable en Suelos (1).

Práctica No.10 Extracción y determinación de Na, K, Ca y Mg en plantas por métodos espectrométricos (2 h).

Práctica No. 11 Extracción y determinación de micronutrientes (2 h)

V. METODOLOGIA

La forma de trabajo del curso de Análisis Químico, es la parte de teoría la cual consiste en la exposición de los tópicos por parte del profesor y preparación de un tema para ser presentado por el alumno frente a sus compañeros.

La parte práctica consiste en desarrollar los experimentos propuestos en el programa para que el alumno adquiera las técnicas del análisis químico.

El curso comprende además la realización de tópicos de seminario, que permitan al alumno obtener una proyección de la importancia del análisis del suelo y planta en su formación profesional.

VI. EVALUACION

La evaluación del curso tendrá la siguiente ponderación:

- | | |
|------------------------------------|-----|
| 1. Exámenes teóricos-prácticos (3) | 50% |
| 2. Informe de prácticas | 25% |
| 3. Seminarios | 15% |
| 4. Tareas | 10% |

(Serán evaluados en revisión bibliográfica presentación y exposición)

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE SEMINARIO

1. El trabajo de seminario deberá cumplir con los siguientes objetivos:
 - a) Señalar la importancia de las técnicas de análisis químico para la comprensión de los procesos químicos para la comprensión de los procesos químicos que ocurren en el suelo como herramienta de diagnóstico en la fertilización de suelo, determinación de los requerimientos nutricionales de cada cultivo, etc.
 - b) Revisar textos y revistas científicas
 - c) Preparar un informe escrito
 - d) Exponer su trabajo de revisión
 - e) Organizar un equipo de trabajo
2. La presentación escrita del trabajo deberá tener la siguiente forma:
 - a) Introducción
 - b) Desarrollo del tema
 - c) Métodos analíticos
 - d) Bibliografía
3. La exposición del seminario será realizada en la fecha convenida durante 30 minutos de los cuales 10 minutos serán de exposición y 5 minutos de discusión.
4. La evaluación del seminario corresponderá a:
 - a) Presentación 35%
 - b) Revisión bibliográfica 35%
 - c) Exposición 30%
5. El trabajo será realizado por equipos, de acuerdo al número de alumnos.

PRESENTACION DEL INFORME DE PRÁCTICAS

1. El informe de prácticas debe constar de los siguientes parámetros:
 - Introducción
 - Fundamentos del método
 - Materiales y método
 - Resultados y Discusión

- Cálculos
 - Bibliografía
1. El informe deberá ser presentado con orden y limpieza en su estructura.
 2. El informe será trabajo del grupo que realice la práctica
 3. La evaluación del informe será realizara en cuanto a:
 - Presentación 20%
 - Contenido 40%
 - Resultados 40%
 4. Los informes de prácticas corresponderán a un 25% de la calificación final del curso.

VII. BIBLIOGRAFIA

Química básica

- Brown T.L., H.E. Lemay., y B.E. Bursten, 1993. Química la Ciencia Central. Prentice -Hall Hispanoamericana S.A., México.
- Domínguez S.A. 1978. Teoría, Ejercicios y Problemas de Química. Publicaciones Cultural, S.A., México.
- Drago R.S. 1973. Enlace Químico y Estructura Molecular. Editori al Limusa. México.
- Esteban J.M., y Negro J. L., 1978. Problemas de Química, Proyecto Alhambra. Editorial Alhambra.
- Mortimer C.E., 1983. Química. Editorial iberoamericana, México.
- Risen W.M., y G.P. Flynn, 1972. Problemas de Química General y Ambiental. E ditorial el Manual Moderno, S. A. México.
- Sienko M.J. Problemas de Química. Editorial Reverté Mexicana, S. A.
- Willis Ch.J. Resolución de Problemas de Química General. E ditorial Reverté Mexicana, S.A.

Química Analítica

- Autheserre M., y Baychelier C. 1970. La Química y sus Aplicaciones Agrícolas. Ediciones Mundi-prensa. Madrid.
- Ayres G.H. 1970. Análisis Químico Cuantitativo. Harla, S. A. de C. V. México.
- Brown G. H., y Saller, E.M. 1969. Química Cuantitativa. De. Reverté Barcelona.
- Decsok R., L. Shiels., L D. Carns., and Mc. William I. G. 1976. Modern Methods Of Chemical Analysis. 2a. De. John Willey And Sons. New York.
- Ewing G. W. 1975. Instrumentals Methods Of Chemical Analysis 4th. De. Mc. Graw Hill Book Co. New York.
- Fritz J. S., and Shenk G. H. 1974. Cuantitative Analytical Chemistry. Allin And Bacon, Inc. 3rd. Ed. Boston.
- Gary C. D. 1981. Química Analítica. Editorial Limusa. México.
- Hamilton L., y Simpson, S. 1979. Cálculos de Química Analítica Mc. Graw Hill. México.
- Holkova L., and Thomas H. C. 1982. Química Analítica. Editorial Trillas. México.
- Meites L. And Thomas H.C. 1958. Advanced analytical Chemistry Mc. Graw Hill Book Co. New York.

- Peters E.I. 1978. Introduction To Chemical Principles. W. B. Saunders Co. 2nd. Philadelphia USA
- Pickering W.F.1976. Química Analítica Moderna. Editorial Reverté S.A. Barcelona. España.
- Schenk G.H., R.B. Hahn., y A. V. Hartkipf, 1984. Química Analítica Cuantitativa. Compañía Editorial Continental S.A., México.
- Skoog D.A.y D. M West.1989. Química Analítica McGraw-Hill Interamericana de España.
- Skoog D.A y D.M. West, 1989. Análisis Instrumental. McGraw-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V.México.
- Vázquez G.F. y E.F.Gil, 1992. Concentración de Soluciones. A,G.T.Editor S.A. México.
- Vogel, A.L. 1969. Química Analítica Cuantitativa. Vol. I y II. Ed. Kapeluz. Buenos Aires.
- Watty B.M., 1982. Química Analítica. Editorial Alhambra S.A., México.
- Willard H., Merrit L.L., and Dean J. 1958. Instrumental Methods Of analysis. 3rd. Ed. D.Van Noshand Co. Inc. New Jersey.
- Willard H.H., Merrit L.L.Jr., and Dean J.A. 1978. Métodos Instrumentales de Análisis. 1a. Ed.. En Castellano (5a. en Inglés.). Compañía Continental, S.A. México.

Análisis Químico de Suelo Agua y Planta

- Aguilar S.A. (Editor) 1988. Instructivo para Análisis de Suelos. Soc. Mexicana de la C. del Suelo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulico y Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Aguilar S.A., J.D.B. Etchevers., y J.Z.R, Castellanos 1987. Análisis Químico Para Evaluar la Fertilidad del Suelo. Publicación Especial No. 1 Soc. Mexicana de la C. del Suelo, México.
- Allen S.E., H.M. Grimshaw., S.A. Parkinson., and C. Quarmby, 1974. Chemical Analysis of Ecological Materials. Blackwell Scientific Publications, Australia.
- Black C.A. 1979. (Ed.) Methods Of Soil Analysis, Part 2 Agronomy 9. American Soc. Agronomy.
- Bear F.E. 1964. Chemistry Of The Soil. 2nd. Ed. Reinhold Publishing, Co. New York.
- Blakemore L.C., P.L. Searle., and B.K. Daly, 1987. Methods for Chemical Analysis of Soils New Zealand Soil Bureau Scientific Report 80. New Zealand.
- Chapman D.H., y Pratt P.F. 1979. Métodos de Análisis para Suelos, Plantas y Aguas. Edit. Trillas. México.
- Cottenie A., 1984. Los Análisis de Suelos y Plantas como Base para Formular recomendaciones de Fertilizantes. Boletín de Suelos de la FAO 38/2 FAO, Roma.
- Etchevers B.J.D., 1985. Análisis Químico de Suelos - El Por Qué de sus Fallas. Serie Cuadernos de Edafología 4. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- Grande L.R. 1982. Métodos para Análisis Físicos y Químicos en Suelos Agrícolas. 2a.Ed. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Greweling T. 1976. Chemical Analysis Of Plant Tissue. Search. Vol.6 8:1-35. Publicación de la Cornell University. New York.
- Hesse P.R., 1972. A Textbook Of Soil Chemical Analysis. Chemical Analysis Publishing Co., Inc. New York.
- Houba V.J.G. van der Lee J.J., I. Novozamsky., and I. Walinga,1989. Soil and Plant analysis. Part 5: Soil analysis Procedures. Wageningen Agricultural University, Netherlands.

- Jackson M. L. 1976. Análisis Químico de Suelos. 3a. Impr. Editorial Omega.
- Jenkins D., Snoeyink V.L., J.F. Ferguson., and J. O. Leckie., 1983. Química del Agua, Manual de Laboratorio, Editorial Limusa, México.
- Jones B.J.Jr., 1984. A Laboratory Guide Of Exercises in Conducting Soil Tests And Plant Analyses. Benton Laboratories, Inc, Athens Georgia, USA.
- Jones B.J.Jr. B. Wolf., and H.A. Mills, 1991. Plant Analysis Handbook. Micro macro Publishing, Inc. Athens Georgia, USA.
- Landon J.R. (Ed), 1984. Boker Tropical Soil Manual. Longman Group.Hong Kong.
- Lindsay W.L. 1979. Chemical Equilibria In Soil. John Wiley And Sons., Inc. New York.
- Junta de Extremadura, 1992. Interpretación de Análisis de Suelo, ojar y Agua de Riego. Ediciones Mundi-Prensa, España.
- López R. L., y López M.J. 1978. El Diagnóstico de Suelos y Plantas. Métodos de Campo y Laboratorio. De. Mundi-prensa. Madr, México
- Dirección de Agrología 1073. Métodos de Análisis de Suelos, Aguas y Plantas. Secretaría de Recursos Hidráulicos, México.
- Ortega T.E., 1981. Química de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo.
- Ortega T.E., y Ruíz B. A. 1979. Prácticas de Laboratorio de Química de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo.
- Page et al., Editores, 1982. Methods Of Soils Analysis Part 2, Agronomy 9, Second Edition. ASA-CSSA-SSSA Madison, Wisconsin USA.
- Piper C.S. 1950. Soil And Plant Analysis. Interscience Publisher Inc., New York
- Primo V.E., y Carrasco D.J.M., 1973. Química Agrícola, Suelos y Fertilizantes. Edit. Alhambra, Madrid.
- Pulido S. J., A.G.N. Aguilar., y A.A. Vázquez, 1992. Química de Suelos. Manual de Prácticas. Departamento de Suelos UACH, Chapingo, México.
- Richards L.A. (Ed), 1974. El Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Manual 60 Ed. Limusa. México.
- Salinas J.G., y García R. 1979. Métodos Analíticos para Suelos Acidos y Plantas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat). Cali, Colombia.
- Walsh L. M. 1971. Instrumentals Methods For Analysis Of Soils And Plants Tissue. Soil Science Soc. America, Inc. Madison Wis.
- Walsh L. M., and Beaton J.D. 1973. Soil Testing And Plant Analysis .Rev. Ed. Soil Science Soc. america, Inc. Madison, Wis. Westerman R. L., (editor) 1990.
- Soil Testing And Plant Analysis. Third Edition. Soil Science Society Of america Book Series. Madison Wisconsin, USA.
- Smith K.A. (Ed), 1983. Soil Analysis Instrumental and Related Procedures. Marcel Dekker Inc. New York USA
- Smith K.A. (Ed),1991.Soil Analysis Instrumental Technique. Second ed. Marcel Dekker New York USA.