



6 créditos

2026/2027

ÁREA RECURSOS NATURALES

Matutino

Máximo 12 estudiantes

9º Semestre



SEMESTRAL

# FERTILIDAD DEL SUELO

JEANNETTE SOFÍA BAYUELO JIMÉNEZ

HORARIO			
TEORIA:	Viernes de 7 am a 10 am	LUGAR:	Edificio R
PRÁCTICA:	Viernes de 11 am a 14 pm	LUGAR:	IIAF (Posta)
CAMPO ACUMULATIVAS:			
LUGAR:			

**OBJETIVO:** Conocer los conceptos de fertilidad del suelo e indicadores físicos, químicos y biológicos (FQB) que afectan la productividad agrícola.

**REQUISITOS:** Fisiología vegetal, Edafología, Ecología y Botánica.

La sección práctica se realizará en el Laboratorio de Nutrición Vegetal del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales ubicado en la Posta Zootecnia. El curso incluye una salida a dos Escuelas de campo (ECA) de la Meseta Purhépecha donde se aplican estrategias de agricultura ecológica para mejorar la fertilidad del suelo, ciclaje de nutrientes y la producción de maíz nativo.



# U.M.S.N.H

## ***Curriculum brevis***

Bióloga graduada en la Universidad Metropolitana Iztapalapa, Maestría en Ciencias con especialidad en Botánica Agrícola, en el Colegio de Posgraduados y Doctorado en Horticultura, en la Universidad Estatal de Pennsylvania. Desde 2002 es Profesora e Investigadora en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la UMSNH. Desempeña actividades docentes y de formación de recursos humanos en diversos Programas de Licenciatura y Posgrado. Sus investigaciones se han orientado a la conservación y uso sustentable de la diversidad de los recursos genéticos para la agricultura y alimentación, con especial énfasis en cultivos de maíz y frijol. El enfoque principal transita hacia el uso óptimo y eficiente de los nutrientes en los sistemas agrícolas y la implementación de prácticas productivas sustentables que contribuyan a reducir el uso de agroquímicos y optimicen las reservas de nutrientes en el suelo. Su trabajo en esta área ha sido pionero, planteando enfoques del uso de técnicas nucleares para la identificación y selección de características de la raíz que promueven una mayor eficiencia en la absorción de fósforo (P) y nitrógeno (N). Su investigación ha fortalecido las capacidades e intercambio de conocimientos relativos a los procesos de transformación del P y N en suelos agrícolas. Con la adopción de tecnologías nucleares, analíticas y biológicas ha elucidado las interacciones del nutriente con la planta y propuesto prácticas de manejo que favorecen su eficiente uso. Es reconocida como integrante del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 2, Profesor con Perfil Deseable e Investigadora del Estado de Michoacán.

U.M.S.N.H



# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO FACULTAD DE BIOLOGÍA

## PROGRAMA DE LA MATERIA DE MÉTODOS DE APRENDIZAJE E INVESTIGACIÓN

### Datos generales:

Área académica: Recursos Naturales

Carga horaria: 6 horas por semana (Teoría 4, laboratorio 6)

Número de semanas del semestre: 16

Número de créditos: 6

Fecha de elaboración: abril de 2018

Participantes en la elaboración: Dra. Jeannette Sofía Bayuelo Jiménez

Fecha de la última revisión: agosto de 2024

Correlación directa con otras materias: Edafología, Fisiología vegetal, Botánica.

Perfil profesional del profesor: Bióloga, Maestra en Ciencias en Botánica y Doctora en Ciencias en Horticultura con especialidad en Fisiología de Cultivos.

### Introducción

El conocimiento de la fertilidad del suelo es vital para un suelo productivo. Para comprender la productividad del suelo, se debe reconocer las relaciones suelo-planta existente. La planta depende del suelo en forma total o parcial para su suministro de estos factores, con excepción de la luz. Cada uno de ellos afecta en forma directa el crecimiento de la planta y es determinante en su productividad total.

En el presente curso se revisan y definen los nutrientes básicos que las plantas utilizan para la formación de sus tejidos y órganos. El suelo, en primera instancia, provee de algunos elementos esenciales que son absorbidos por las plantas y trasladados hacia los centros vitales. Se exponen estas formas de absorción y su traslado; la importancia del suelo en la nutrición y sus particularidades químicas: materia orgánica, compuestos del suelo, solución edáfica, coloides e iones del suelo, CIC y pH. Asimismo, se discuten los conceptos de fertilidad y productividad de los suelos. El papel del nitrógeno en las plantas, síntomas de deficiencia, eficiencia del uso de nitrógeno y del agua, nitrificación y fuentes nitrogenadas. Fuentes y cantidades de fósforo en el suelo, movimiento del fósforo, factores que afectan su disponibilidad y eficiencia en la absorción y utilización. Se aborda el papel del potasio en las plantas, formas disponibles y su movimiento en el suelo, así como los métodos de aplicación de fertilizantes potásicos. De igual importancia, es la discusión del papel de los nutrientes secundarios del suelo y su papel en el funcionamiento de la planta y sus principales síntomas de deficiencia. Se discute el papel de los micros nutrientes en el crecimiento de las plantas y su relación entre el suelo y la planta. En este curso, se aborda la importancia del análisis del suelo suelos y las plantas y las diferentes técnicas aplicadas para diagnosticar síntomas de deficiencia en los cultivos y estado de fertilidad del suelo.

## Objetivo general

Conocer los términos referentes a fertilidad del suelo y las metodologías para su estudio y evaluación.

Describir las funciones de los nutrientes esenciales y micro-nutrientes y su importancia en el crecimiento vegetal y productividad agrícola.

Discutir sobre la importancia que existe entre el estudio de la fertilidad del suelo y su impacto en la productividad de los cultivos.

## Contenido

### Presentación del curso (tiempo dedicado en horas)

#### Unidad 1. Concepto de fertilidad del Suelo (6 horas)

**Objetivo:** Conocer los indicadores físicos, químicos y biológicos que regulan la fertilidad del suelo.

- 1.1. Conceptos generales de fertilidad del suelo
- 1.2. Definiciones de textura y estructura del suelo
- 1.3. Coloides e iones del suelo
- 1.4. Capacidad de Intercambio Catiónico
- 1.5. Materia orgánica: Retención de Aniones en el suelo
- 1.6. Valoración de la fertilidad de los suelos

#### Unidad 2. Nutrientes esenciales, ciclos y absorción (18 horas)

**Objetivo:** Conocer los criterios de esencialidad de los nutrientes esenciales, ciclos biogeoquímicos y los factores que controlan su absorción.

##### Nitrógeno

- 2.1. El papel del nitrógeno en las plantas
- 2.2. Síntomas de deficiencia
- 2.3. Eficiencia del Uso del nitrógeno y el agua
- 2.4. Nitrógeno en el suelo y el aire
- 2.5. Mineralización e inmovilización del nitrógeno
- 2.6. Nitrificación y desnitrificación
- 2.7. Acidez del suelo por efecto del nitrógeno
- 2.8. Fuentes nitrogenadas

##### Fósforo

- 2.9. El papel del fósforo en las plantas
- 2.10 Síntomas de deficiencia
- 2.11 Fuentes y cantidades de P en el suelo
- 2.12 Factores que afectan la disponibilidad de fósforo
- 2.13 Métodos de aplicación de fertilizantes fosfatados
- 2.14 Acidez y manejo

## Potasio

- 2.14 El papel del potasio en las plantas
- 2.15 Síntomas de deficiencia
- 2.16 Formas de potasio en el suelo
- 2.17 Movimiento del potasio en el suelo
- 2.18 El fertilizante potásico en el suelo
- 2.19 Métodos de aplicación de fertilizantes potásicos

## Calcio

- 2.20 El papel del calcio en las plantas
- 2.21 Síntomas de deficiencia de calcio
- 2.22 El calcio en el suelo
- 2.23 El papel del Magnesio en las plantas
- 2.24 Síntomas de deficiencia de magnesio
- 2.25 Fuentes de magnesio
- 2.26 El papel del azufre en las plantas. Síntomas de deficiencia de azufre
- 2.27 El azufre en el suelo y fuentes de azufre

### Unidad 3. Micronutrientes Esenciales (6 horas)

**Objetivo:** Conocer los criterios de esencialidad de los nutrientes esenciales, ciclos biogeoquímicos y los factores que controlan su absorción.

- 3.1 Importancia de los micronutrientes
- 3.2 Relación entre suelo y planta
- 3.3 Boro (B)
- 3.4 Cobre (Cu)
- 3.5 Hierro (Fe)
- 3.6 Manganeseo (Mn)
- 3.7 Molibdeno (Mo)
- 3.8 Zinc (Zn)
- 3.9 Cloro (Cl)
- 3.10 Cobalto (Co)

### Unidad 4. Uso eficiencia de nutrientes (6 horas)

**Objetivo:** Conocer los diferentes conceptos de eficiencia en el uso de nutrientes y sus componentes.

- 4.1 Eficiencia del uso de nutrientes en el contexto de agricultura sostenible
- 4.2 Eficiencia en el uso de nitrógeno
- 4.3 Eficiencia en el uso de fósforo y potasio

## **Unidad 5. Análisis de Suelos, Análisis de Plantas y Técnicas de Diagnóstico (6 horas)**

**Objetivo:** Conocer los diferentes métodos para diagnosticar síntomas de deficiencia y toxicidad en el suelo y plantas.

- 5.1 Tipo de laboratorio y selección de muestras de suelo
- 5.2 Análisis del suelo como herramienta de diagnóstico (campo)
- 5.3 Interpretación de resultados
- 5.4 Análisis de plantas y suelo por cromatografía de gases y espectrofotometría de absorción atómica.
- 5.5 Síntomas de deficiencia en las plantas
- 5.6 Diagnóstico de eficiencia y calendario de diagnóstico
- 5.7 Uso de isótopos radioactivos para evaluación de la dinámica de absorción de los nutrientes del suelo.

### **I. PRÁCTICAS DE LABORATORIO Y CAMPO**

#### **Práctica 1: Buenas prácticas de Laboratorio y normas (3 horas)**

El alumno aprenderá las normas sobre las *Buenas Prácticas de Laboratorio*, que son un sistema de calidad que involucra a la organización de un laboratorio de investigación.

#### **Práctica 2: Preparación de soluciones (6 horas)**

El alumno conocerá las técnicas de análisis que se requieren en la preparación de soluciones y cómo se miden en términos de volumen y masa. Aprenderá a estimar la cantidad de soluto disuelto por unidad de volumen o masa del disolvente, es decir su concentración.

#### **Práctica 3: Textura, conductividad eléctrica y pH (teoría y práctica) (3 horas)**

El alumno conocerá los conceptos como conductividad y pH y la importancia que tienen en los sistemas biológicos. Aprenderá a usar equipo para realizar determinaciones de textura, pH y conductividad en el suelo.

#### **Práctica 4: Determinación de contenido de humedad en el suelo y planta (6 horas)**

El alumno determinará el contenido de humedad en muestras de suelo y tejido vegetal mediante el secado en estufa (circulación forzada).

#### **Práctica 5: Determinación de formas mineralizables de nitrógeno (12 horas)**

El alumno establecerá un experimento en condiciones de invernadero con un suelo ácido deficiente de nitrógeno y evaluará las formas inorgánicas (nitratos y amonio) en el suelo.

### **Práctica 6: Determinación de fósforo en suelo y tejido vegetal (12 horas)**

El alumno establecerá un experimento en condiciones de invernadero con un suelo deficiente de fósforo enmendado con bioinsumos (materia orgánica y microorganismos benéficos) para evaluar su efecto en las formas y distribución de fósforo lábil mediante resinas de intercambio aniónico. Además, realizará análisis de fósforo extractable en un suelo ácido por el método de Bray I.

### **Práctica 7: Investigación sobre estrategias agroecológicas para incrementar la fertilidad del suelo (CAMPO) (10 horas)**

El alumno visitará dos Escuelas de campo (ECA) de la Meseta Purhépecha, Michoacán. Conocerá las áreas de investigación que se realiza el IIAF en el manejo agropecuario sostenible a través de estrategias agroecológicas para mantener la fertilidad del suelo, la producción de maíz nativo y la identidad cultural asociada a dicho recurso.

### **Metodología y desarrollo general del curso**

El curso será teórico-práctico y se complementará con exposiciones que realizarán los estudiantes. Los alumnos discutirán y analizarán en diferentes sesiones artículos e información pertinente al tema. La discusión y evaluación de dichas presentaciones estarán a cargo del profesor y serán semanales. Asimismo, el alumno se involucrará en el diseño y ejecución de un proyecto relacionado con el efecto de la aplicación de estrategias agroecológicas para la recuperación de la fertilidad del suelo, actividad microbiana y el crecimiento del cultivo de maíz nativo. Exposición del proyecto final.

### **EVALUACIÓN**

**Evaluación diagnóstica.** – Se realiza un examen para evaluar las fortalezas y limitaciones de los estudiantes (sin calificación).

#### **Evaluación formativa.**

Evaluación de la parte teórica:

- 30% Exámenes escritos (Dos exámenes parciales y uno final).
- 20% Sesión de discusión de lecturas y material de revisión (artículos complementarios a la clase)
- 10% Reporte semanal.

#### **Evaluación de la parte práctica:**

- 20% Implementación de experimentos y seguimiento en todas sus etapas campo y/o laboratorio y entrega de reporte.
- 20% Exposición del proyecto final

Al final del curso solo se obtendrá una calificación, para que el promedio pueda realizarse es necesario que ambas partes (teoría y práctica) sean aprobatorias.

**Evaluación sumativa.** Se requiere la asistencia a clases que pide el reglamento general de exámenes de la UMSNH para tener derecho a la evaluación final.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

<p><b>SEMANA 1</b> 1. Presentación del programa</p> <p>Módulo 1.1 1.2 Conceptos y definiciones</p>	<p><b>SEMANA 9</b> 2.5 Eficiencia en el uso de nutrientes</p> <p><b>Examen 1</b> <b>PRÁCTICA 6: Determinación de fósforo en suelo y tejido vegetal</b></p>
<p><b>SEMANA 2</b> 1.3. Coloides e iones del suelo 1.4. Capacidad de intercambio gaseoso 1.5. Materia Orgánica</p> <p>Exposición de clase y discusión de artículos.</p> <p><b>PRACTICA 1: Buenas prácticas de Laboratorio y normas</b></p>	<p><b>SEMANA 10</b> 3. Análisis de Suelos</p> <p><b>PRÁCTICA 6: Determinación de fósforo en suelo y tejido vegetal</b></p>
<p><b>SEMANA 3</b> 2.1 Nitrógeno</p> <p>Exposición de clase y discusión de artículos</p> <p><b>PRÁCTICA 2: Preparación de soluciones</b></p>	<p><b>SEMANA 11</b> 3. Análisis de Tejido vegetal</p> <p><b>PRÁCTICA 8: Uso de Agricultura de conservación (CAMPO)</b></p>
<p><b>SEMANA 4</b> 2.2 Fósforo</p> <p>Exposición de clase y discusión de artículos</p> <p><b>PRÁCTICA 3: Textura, conductividad y pH (Teoría y práctica)</b></p>	<p><b>SEMANA 12</b> 3.2 Análisis de Plantas Análisis de datos, cálculos e interpretación</p>
<p><b>SEMANA 5</b> 2.3 Potasio</p> <p>Clase y Discusión de artículos</p> <p><b>PRÁCTICA 4: Determinación de humedad en suelo y planta</b></p>	<p><b>SEMANA 13</b> 3.2 Análisis de Plantas Análisis de datos, cálculos e interpretación</p>

<p><b>SEMANA 6</b></p> <p>2.4 Nutrientes secundarios Clase y Discusión de artículos</p>	<p><b>SEMANA 14</b></p> <p>Exposición de proyecto final de fertilidad de suelo y efecto en el crecimiento y utilización de fósforo y nitrógeno.</p> <p><b>Examen 2</b></p>
<p><b>SEMANA 7</b></p> <p>2.1 Nutrientes secundarios Clase y Discusión de artículos</p> <p><b>PRÁCTICA 5: Determinación de clorofilas y nitratos</b></p>	<p><b>SEMANA 15</b></p> <p>Entrega de reporte de trabajo experimental.</p>
<p><b>SEMANA 8</b></p> <p>2.5 Micronutrientes</p> <p><b>PRÁCTICA 5: Determinación de clorofilas y nitratos</b></p>	<p><b>SEMANA 16</b></p> <p><b>Examen Final</b></p>

## BIBLIOGRAFÍA

- Beaton JD Jr. 2003. Agronomic Handbook Management of Crops, Soils and their Fertility. CRC Press, Boca Ratón, Florida.
- Benton JJ Jr. 2012. Plant Nutrition and Soil Fertility Manual. Second Edition. CRC Press, Boca Ratón, Florida.
- Franzmeier D, Mc Fee Mc, Gravel JG, Kohne H. 2016. Soil Science Simplified. Fifth Edition. Waveland, Press, In.
- Plaster EJ. 2013. Soil Science and Management. Sixth Edition. Delinar Congage, New York.
- Weil RR, Brady NC. 2017. The Nature and properties of soils. Pearson, London.

U.M.S.N.H