



## **TVF FERTILIDAD DEL SUELO**

**IMPARTE:** Dra. Jeannette Sofía Bayuelo Jiménez

**NÚMERO DE CRÉDITOS:** 6

**PREREQUISITOS:** Fisiología Vegetal, Botánica, Edafología

**CARGA HORARIA:** 6 horas/semana: 3 horas Teoría, 3 horas práctica: acumulativas.

**HORARIO:** Práctica: Lunes de 9:00 a 12:00 hrs.  
Teoría: Viernes de 8:00 a 11:00 hrs.

**LUGAR DE IMPARTICIÓN:** Edificio R para Teoría.  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Posta Zootecnia) para Laboratorio.

# JEANNETTE SOFÍA BAYUELO JIMÉNEZ

## CURRICULUM VITAE

### Profesor-Investigador Titular C

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Km. 9.5 Carr. Morelia-Zinapécuaro, Tarímbaro,  
CP. 58800, Michoacán, México  
Phone: +52 (443) 3223500 ext 5219  
Correo electrónico: [bayuelo@umich.mx](mailto:bayuelo@umich.mx)

### EXPERIENCIA PROFESIONAL

80% del tiempo dedicado a la investigación en recursos genéticos vegetales y su adaptación a estrés abiótico con particular énfasis en salinidad y estrés nutrimental. 20% dedicado a docencia en fisiología y conservación de recursos genéticos vegetales adaptados a ambientes edáficos restrictivos de México.

### EDUCACIÓN

Pennsylvania State University, USA  
Doctor en Filosofía, 2001  
Especialidad: Horticultura  
Tutor: Dr. Jonathan P. Lynch.  
Título de disertación: Salinity tolerance in *Phaseolus* spp.

Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, México.  
Maestra en Ciencias, 1994  
Especialidad: Botánica Agrícola  
Tutor: Dr. Josué Kohashi Shibata  
Título de disertación: Efecto de la deficiencia de nitrógeno en la dinámica de floración y su relación con el rendimiento de *Phaseolus vulgaris*.

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México  
Licenciada en Biología, 1990  
Especialidad: Biología  
Tutor: Dr. Francisco González Medrano  
Título de disertación: Sinecología de Zonas áridas de México.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE BIOLOGÍA



**NOMBRE DEL CURSO:** TFV Fertilidad del Suelo

**CARGA HORARIA:** 3 horas semanales de teoría y 3 horas semanales de laboratorio.

**CRÉDITOS:** 6

**ÁREA ACADÉMICA:** Recursos Naturales

**FECHA DE ELABORACIÓN:** Mayo 2009

**FECHA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN:** Agosto 2016

**PARTICIPANTES EN LA REVISIÓN:** Jeannette Sofía Bayuelo Jiménez

**PARTICIPANTES EN EL DESARROLLO:** El profesor responsable elaboró el curso y desarrollará el mismo.

**PERFIL PROFESIONAL DEL PROFESOR:** Bióloga con Maestría en Ciencias en Botánica Agrícola y Doctorado en Horticultura con especialidad en Fisiología vegetal, con experiencia en selección, conservación y aprovechamiento de recursos fitogenéticos de importancia para la agricultura y alimentación, especialmente de zonas ecológicas cálido sub-húmedas y seca del Centro Occidente de México. Selección de recursos genéticos vegetales tolerantes a estrés ambiental, particularmente de suelos de reducida fertilidad.

## INTRODUCCION

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, capacidad de intercambio catiónico 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 desnitrificación 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 tales como el calcio, magnesio y azufre 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 (convencionales y nucleares) aplicadas para diagnosticar síntomas de deficiencia en los cultivos y estado de fertilidad del suelo.

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. Algunos de los factores externos que controlan el crecimiento de las plantas son: aire, calor, temperatura, luz, soporte mecánico, nutrientes y agua. 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.

## **I. OBJETIVO GENERAL**

Conocer los conceptos de fertilidad y productividad de los suelos que limitan el crecimiento y desarrollo de plantas.

## **I. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Que el estudiante se familiarice con términos referentes a fertilidad del suelo y las metodologías para su estudio y evaluación.

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

Que discuta la importancia que existe entre el estudio de la fertilidad del suelo y la aplicación de fertilizantes y su impacto en la productividad de los cultivos.

## **II. CONTENIDO PROGRAMÁTICO**

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

- 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)**

### 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
- 2.27 Síntomas de deficiencia de azufre
- 2.28 El azufre en el suelo y fuentes de azufre

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

- 3.29 Importancia de los micronutrientes
- 3.30 Relación entre suelo y planta
- 3.31 Boro (B)
- 3.32 Cobre (Cu)
- 3.33 Hierro (Fe)
- 3.34 Manganeseo (Mn)
- 3.35 Molibdeno (Mo)
- 3.36 Zinc (Zn)
- 3.37 Cloro (Cl)
- 3.38 Cobalto (Co)

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

- 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)**

- 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.

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

### **PRACTICA 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.

Dicho sistema establece las condiciones bajo las cuales se planifican, realizan, controlan, registran, archivan e informan los estudios realizados por un laboratorio.

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

En 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. El uso de soluciones es indispensable para los análisis de nutrientes en suelo y planta.

### **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 clorofilas y nitratos (12 horas)**

El alumno establecerá un experimento en condiciones de invernadero con un suelo deficiente de nitrógeno y evaluará su efecto en el crecimiento, contenido de clorofilas y nitratos en tejido foliar.

### **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 y evaluará su efecto en el crecimiento, contenido de fósforo en tejido vegetal. Además, realizará análisis de fósforo extractable en un suelo ácido y calcáreo por el método de Bray I y Olsen, respectivamente.

### **PRÁCTICA 7: Uso de tecnología nuclear en la Agricultura (CAMPO) (10 horas)**

El alumno visitará las instalaciones (laboratorios e invernaderos) del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) en la Marquesa, Estado de México. Conocerá las áreas de investigación en fertilidad de suelos y las técnicas nucleares que se utilizan para tal efecto.

#### **IV. MÉTODO 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. Estos artículos estarán disponibles al inicio del curso y el estudiante será responsable de preparar un resumen del artículo enfatizando los objetivos del estudio, resultados y discusión. El estudiante será responsable de entregar al resto de sus compañeros su resumen y la lista de preguntas antes de la exposición del tema, el cual no deberá exceder a 15 minutos. Asimismo, el alumno se involucrará en el diseño y experimentación de dos ensayos en campo y/o laboratorio para evaluar las características físicas y químicas de un suelo con deficiencia nutricional (fósforo y nitrógeno) y con exceso de aluminio y hierro. Se evaluará la relación de su estado de fertilidad con el crecimiento y eficiencia en la absorción y utilización de fósforo en un cultivo anual.

#### **V. SISTEMA GENERAL DE EVALUACIÓN**

La evaluación total del curso tiene dos componentes. El componente teórico equivale al 60% y el práctico al 40%. 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 de la parte teórica**

- 30% Exámenes escritos (Dos exámenes parciales y un 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
- 20% Asistencia y entrega de reportes

##### **Cupo máximo de estudiantes**

Por la naturaleza del curso y uso de instalaciones y equipo científico se acepta un máximo de 10 estudiantes. El curso se impartirá en las instalaciones del Instituto de

Investigaciones Agropecuarias y Forestales. El trabajo experimental se llevará a cabo en condiciones de invernadero con el uso de suelo que se colectará en las parcelas experimentales de Pichátaro, Michoacán.

## VI. CORRELACIÓN CON OTRAS MATERIAS

El presente curso combina información de diversas ramas de las ciencias agronómicas, biológica y biotecnológicas. Asimismo, la comprensión de los temas del curso en cuestión requiere de conocimientos de climatología, edafología, ecología y fisiología vegetal.

## VII. 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></p> <p><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 tecnología nuclear en la Agricultura (CAMPO)</b></p>
<p><b>SEMANA 4</b> 2.2 Fósforo</p>	<p><b>SEMANA 12</b> 3.2 Análisis de Plantas</p>

<p>Exposición de clase y discusión de artículos</p> <p><b>PRÁCTICA 3: Textura, conductividad y pH (Teoría y práctica)</b></p>	<p>Análisis de datos, cálculos e interpretación</p>
<p><b>SEMANA 5</b></p> <p>2.3 Potasio</p> <p>Clase y Discusión de artículos</p> <p><b>PRÁCTICA 4: Determinación de contenido de humedad en el suelo y planta</b></p>	<p><b>SEMANA 13</b></p> <p>3.2 Análisis de Plantas</p> <p>Análisis de datos, cálculos e interpretación</p>
<p><b>SEMANA 6</b></p> <p>2.4 Nutrientes secundarios</p> <p>Clase y Discusión de artículos</p> <p><b>PRÁCTICA 4: Determinación de contenido de humedad en el suelo y planta</b></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</p> <p>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>

## VII. BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- Brady, R.W., Weil, R.R. 2002. The nature and properties of soils. Thirteen Edition. Prentice Hall, New Jersey.
- Buol SW., Hole FD., McCracken., Southard RJ. 1997. Soil Genesis and Classification. Fourth Edition. Iowa State University Press.
- Driessen, P., Deckers., Spaargaren, O., Nachtergale, F., 2001. Lecture notes on the major soils of the world. FAO.
- FAO-ISRIC-SICS. 1988. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports 84. FAO, Rome.
- Habby, V.A., Russelle M.P., Stogley E.O. 1990. Testing soils for potassium, calcium, and magnesium. In: Soil Testing and Plant Analysis. 3<sup>rd</sup> ed., SSSA Book series No.3. R.L. Westermann (ed.). Madison, WI. Soil Science Society of America, 181-227.
- Kaira, Y. 1997. Handbook of reference methods for plant analysis. CRS Press, USA.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. 2nd ed. United Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Agriculture Handbook 436, Washington, DC.
- Summer, M.E. 1992. Determination of exchangeable acidity and exchangeable Al using 1N KCl. In: Reference Soil and Media Diagnosis Procedures for the Southern Region of the U.S., Southern Cooperative Series Bulletin No. 374. S.J. Donahue (ed.). Blacksburg, VA. Virginia Agricultural Experiment Station, VPI & SU, 41-42.
- Soil Fertility Manual. 1998. Foundation for Agronomic Research. Atlanta, Georgia, USA.
- Tamhane RV., Motiramani DP., Bali YP. 1986. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Editorial Diana, México.
- Thompson LM., Troeh F. Soils and Fertility. 2002. MacGraw Gill Book Co. New York, USA.
- Tisdale SL., Nelso WL., Beaton JD. 1985. Soil fertility and fertilizers. Fourth Ed. Collier Macmillan Publishers. London.