

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



PROGRAMA DE ESTUDIOS

FERTILIDAD Y NUTRICIÓN VEGETAL

<b>Elaboró:</b>	M en CARN. Isaías Valencia Becerril	Facultad de Ciencias Agrícolas
	M en DAES. José Luis Martínez Benítez	
	Dr. en CARN. Martín Rubí Arriaga	Centro Universitario UAEM Tenancingo
	Dra. en C. Elizabeth Sánchez Urbina	

<b>Asesoría técnica:</b>	Mtra. Mayra Karina Laureano Aviles	Dirección de Estudios Profesionales

<b>Fecha de aprobación:</b>	<b>H. Consejo Académico</b>	<b>H. Consejo de Gobierno</b>
	29 de octubre de 2024	29 de octubre de 2024

Facultad de Ciencias Agrícolas



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios  
Aprobado por los HH. Consejos  
Académico y de Gobierno



## Índice

	<b>Pág.</b>
<b>I. Datos de identificación.</b>	3
<b>II. Presentación del programa de estudios.</b>	4
<b>III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.</b>	6
<b>IV. Objetivos de la formación profesional.</b>	8
<b>V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.</b>	8
<b>VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.</b>	9
<b>VII. Acervo bibliográfico.</b>	11



### I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="8"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter  Tipo  Periodo escolar

Área curricular  Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

Ingeniería Agroindustrial

Ingeniería Agronómica Fitotecnia

Ingeniería Agronómica en Floricultura



## II. Presentación del programa de estudios.

El estudio de la fertilidad y la nutrición vegetal es fundamental en la formación académica del Ingeniero Agrónomo, esencial para la práctica de la agronomía en la producción de alimentos de origen vegetal y animal, una disciplina que se encarga de optimizar la producción agrícola y promover la sostenibilidad de los sistemas de cultivo. La importancia de estos temas radica en su impacto directo en la salud de los cultivos, la productividad y calidad de los productos agrícolas, así como en la conservación del suelo y por consiguiente del medio ambiente.

Esta unidad de aprendizaje de formación común que comparten las Licenciaturas en Ingeniería Agronómica Fitotecnista, Ingeniería Agronómica en Floricultura e Ingeniería Agroindustrial (2024), contribuye al perfil de egreso con conocimientos enfocados a las actividades relacionadas con la mejora de los procesos de producción y comercialización de productos agropecuarios, agroindustriales y florícolas de calidad, así como también promueve la gestión sostenible y eficiente de los recursos, promueve la investigación científica y la transferencia de conocimientos y tecnologías, todos enfocados en mejorar los sistemas de producción agropecuaria y agroindustrial.

La UA Fertilidad del suelo y nutrición vegetal esta estructura con cuatro unidades temáticas, donde el estudiante conocerá y aplicara los saberes esenciales para garantizar la producción, la salud y el rendimiento de los cultivos, debe comprender cómo los diferentes nutrientes influyen en los procesos fisiológicos de las plantas y los efectos que un desequilibrio de estos nutrientes puede causar, como deficiencias o toxicidad. Para ello, es crucial que desarrolle la capacidad de diagnosticar estas situaciones y diseñar estrategias de fertilización adecuadas. El monitoreo de nutrientes tanto en el suelo, plantas y agua proporcionan información vital para ajustar las estrategias de manejo y optimizar la producción, asegurando que las plantas reciban los nutrientes esenciales en la proporción, forma química y momento adecuado. El desarrollo de habilidades para interpretar y utilizar datos relacionados con la fertilidad y la nutrición vegetal, a través del análisis de suelo, planta y agua, es clave para una gestión agrícola eficiente.

El estudio de la fertilidad del suelo permite implementar prácticas de manejo que mejoren su salud y su capacidad para sostener la producción agrícola a largo plazo. Comprender la dinámica de la fertilidad y su uso adecuado es esencial para preservar y mejorar la calidad del suelo, especialmente en un contexto donde la sostenibilidad es cada vez más relevante. Ante el aumento de la demanda global de alimentos, es fundamental adoptar prácticas agrícolas que maximicen la productividad, minimizando al mismo tiempo el impacto ambiental.



Las unidades de aprendizaje de Química, Edafología y Fisiología Vegetal son fundamentales para que el estudiante comprenda el funcionamiento tanto del suelo como de las plantas, desempeñando un papel crucial en el entendimiento de la fertilidad y la nutrición vegetal. La interrelación entre estas disciplinas es clave para una gestión eficiente de los cultivos y la sostenibilidad agrícola, ya que proporcionan el conocimiento necesario sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como sobre los procesos fisiológicos de las plantas en cada etapa del cultivo.

Estas propiedades influyen directamente en la disponibilidad y la absorción de nutrientes por las plantas. En este sentido, dichas unidades de aprendizaje ofrecen una base científica sólida para entender y gestionar adecuadamente la fertilidad y la nutrición vegetal. Al estudiar las características del suelo y su interacción con las plantas, los ingenieros agrónomos pueden optimizar la disponibilidad de nutrientes, mejorar la salud del suelo y fomentar prácticas agrícolas sostenibles.



### III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

#### Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial, 2024

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Botánica económica 2 3 5 7	Fisiología vegetal 3 2 5 8		Entomología económica 2 3 5 7	Cultivos de cereales y leguminosas 2 3 5 7	Almacenamiento y conservación de granos 2 3 5 7	Tecnología de cereales 2 3 5 7	Tecnología de frutas y hortalizas 2 3 5 7	
	Agrometeorología 3 2 5 8	Edafología 2 3 5 7	Fertilidad y nutrición vegetal 3 2 5 8	Cultivos agroindustriales 3 2 5 8	Fitosanidad 2 3 5 7	Tecnología postcosecha 2 3 5 7			
	Modelos matemáticos I 3 1 4 7	Modelos matemáticos II 3 1 4 7	Probabilidad y estadística 4 1 5 9	Diseños experimentales 3 2 5 8	Biotecnología agroindustrial 2 3 5 7	Producción pecuaria 2 3 5 7	Tecnología de lácteos 2 3 5 7	Tecnología de carne 2 3 5 7	
	Química 2 3 5 7	Bioquímica de los alimentos 4 1 5 9	Ciencia de los alimentos 4 0 4 8			Olericultura 2 3 5 7	Nutrición humana 3 1 4 7	Investigación agroindustrial 2 2 4 6	
	Sistemas agroindustriales 3 1 4 7		Microbiología 2 3 5 7	Microbiología industrial y alimentaria 2 3 5 7	Sistemas de calidad e inocuidad alimentaria 4 0 4 8				
	Física 3 1 4 7	Fisicoquímica y termodinámica 3 2 5 8	Balance de materia y energía 2 3 5 7	Operaciones unitarias 2 3 5 7	Ingeniería eléctrica y mecánica 2 3 5 7	Ingeniería de procesos 2 3 5 7	Impacto ambiental 2 3 5 7		
					Economía y administración agropecuaria 3 1 4 7	Negocios agroindustriales 1 4 5 6	Comercialización agroindustrial 1 3 4 5	Innovación agroindustrial 2 3 5 7	
		Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Integrativa profesional * 3 ** ** 8			
		Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4				Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4		
	O P T A T I V A S						Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5	Optativa 3 1 3 4 5
	HT 16 HP 14 TH 30 CR 46	HT 17 HP 15 TH 32 CR 49	HT 17 HP 11 TH 28 CR 45	HT 14 HP 15 TH 29 CR 43	HT 17 HP 15 TH 32 CR 49	HT 11 HP 19+** TH 32 CR 49	HT 11 HP 20 TH 31 CR 42	HT 10 HP 17 TH 27 CR 37	HT --- HP ** TH ** CR 30





### DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
						<table border="1"> <tr><td>Trends in food science and technology<sup>i</sup></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Trends in food science and technology <sup>i</sup>	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Emerging agro-industrial technologies<sup>i</sup></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Emerging agro-industrial technologies <sup>i</sup>	1		3		4		5	
Trends in food science and technology <sup>i</sup>	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Emerging agro-industrial technologies <sup>i</sup>	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
						<table border="1"> <tr><td>Cadena de frío</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Cadena de frío	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Ingeniería de plantas agroindustriales</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Ingeniería de plantas agroindustriales	1		3		4		5	
Cadena de frío	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Ingeniería de plantas agroindustriales	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
						<table border="1"> <tr><td>Fruticultura</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Fruticultura	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Habilidades directivas</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Habilidades directivas	1		3		4		5	
Fruticultura	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Habilidades directivas	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Desarrollo y extensión rural</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Desarrollo y extensión rural	1		3		4		5									
Desarrollo y extensión rural	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Evaluación sensorial</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Evaluación sensorial	1		3		4		5									
Evaluación sensorial	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

#### SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

➔ 10 líneas de seriación

Créditos mínimos 22 y máximos 49 por periodo escolar

\* Actividad Académica

\*\* Las horas de la actividad académica

<sup>i</sup> UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

#### PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo Básico	41
Obligatorio: cursar y acreditar 18 UUAA	38
	79
	120

Total del Núcleo Básico: acreditar 18 UUAA para cubrir 120 créditos

Núcleo Sustantivo	53
Obligatorio: cursar y acreditar 21 UUAA	48
	101
	154

Total del Núcleo Sustantivo: acreditar 21 UUAA para cubrir 154 créditos

Núcleo Integral	16
Obligatorio: cursar y acreditar 10 UUAA + 2 *	31+**
	47+**
	101

Núcleo Integral Optativo: cursar y acreditar 3 UUAA	3
	9
	12
	15

Total del Núcleo Integral: acreditar 13 UUAA + 2\* para cubrir 116 créditos

#### TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

UUAA Obligatorias	49 + 2 Actividades Académicas
UUAA Optativas	3
UUAA a Acreditar	52 + 2 Actividades Académicas
Créditos	390





#### IV. Objetivos de la formación profesional.

##### Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial, formar profesionistas en los sistemas de producción agrícola con sólidos conocimientos, espíritu crítico y actitud de servicio, a fin de contribuir al progreso social, económico y cultural del país, y desarrollar en los alumnos los aprendizajes y competencias para:

- Generar proyectos de investigación mediante la aplicación del método científico a fin de proponer alternativas o soluciones a problemáticas en el sector agroindustrial.
- Gestionar el desarrollo del sector agroindustrial mediante la aplicación del enfoque económico administrativo en el establecimiento y modernización de nuevas organizaciones para lograr su eficiencia, productividad y competitividad.
- Implementar procesos agroindustriales de acondicionamiento, almacenamiento y transformación mediante la aplicación de los principios de la ciencia y la tecnología de alimentos para generar valor a los productos obtenidos.
- Integrar los principios de la producción agropecuaria a partir del estudio de las variables ambientales, fisiológicas, de adaptación y rendimiento con un enfoque sostenible a fin de contribuir a la seguridad alimentaria.

##### Objetivos del núcleo de formación:

Desarrollará en el alumno el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

Comprenderá unidades de aprendizaje sobre los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para dominar los procesos, métodos y técnicas de trabajo; los principios disciplinares y metodológicos subyacentes; y la elaboración o preparación del trabajo que permita la presentación de la evaluación profesional.

##### Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Implementar la producción de cultivos, mediante el estudio de variables agronómicas, botánicas, edafológicas, fisiológicas y de nutrición con un enfoque integral y sostenible, para mejorar los rendimientos de las cosechas, su conservación y almacenamiento.

#### V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Diseñar programas de manejo integral de nutrición de cultivos, mediante la interpretación del análisis de suelo, sustrato, agua y planta, así como la absorción y transporte de nutrimentos, para eficientar la producción de los cultivos y productividad del suelo, con un enfoque sostenible





## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

### Unidad temática 1. Fundamentos de la nutrición vegetal

**Objetivo:** Establecer las bases de la nutrición vegetal a partir de la caracterización de suelos, sustratos y agua, con el fin de adquirir los conocimientos necesarios para su correcta interpretación y manejo, permitiendo así proponer estrategias de mejora.

**Temas:**

- 1.1 Definición, importancia y objetivos de la nutrición vegetal
- 1.2 Desarrollo histórico del estudio de la nutrición de las plantas
- 1.3 Caracterización y manejo de la fertilidad en suelos y sustratos
- 1.4 Agua y su relación con la nutrición vegetal

### Unidad temática 2. Nutrientes de los vegetales

**Objetivo:** Diferenciar la clasificación de los nutrientes mediante su importancia en la determinación de una nutrición integral adecuada para comprender su función en los cultivos, así como optimizar el rendimiento y la calidad de los productos agrícolas.

**Temas:**

- 2.1 Clasificación de los nutrientes.
- 2.2 Función de los nutrientes fotosintéticos
- 2.3 Función de los macronutrientes primarios
- 2.3 Funciones de los macronutrientes secundarios
- 2.4 Funciones de los micronutrientes
- 2.5 Síntomas de deficiencias y de toxicidades nutrimentales



**Unidad temática 3.** Desarrollo de programas de manejo integral para la nutrición de cultivos

**Objetivo:** Identificar los mecanismos de absorción y transporte de nutrientes en las plantas a través de las leyes de la nutrición vegetal, con el fin de establecer planes nutricionales y estrategias de manejo de fertilización que optimicen el rendimiento agrícola y minimicen el impacto ambiental, de acuerdo con las curvas de requerimientos nutricionales.

**Temas:**

- 3.1 Leyes de la nutrición vegetal
- 3.2 Absorción y transporte de nutrientes
- 3.3 Curvas de abastecimiento nutrimental
- 3.4 Diseño de programas de nutrición vegetal
- 3.5 Manejo de la fertilización: fertilizantes químicos, biofertilizantes y abonos
- 3.6 Fertilización foliar
- 3.7 Monitoreo y evaluación de programas de nutrición

**Unidad temática 4.** Sostenibilidad en el manejo de la nutrición vegetal

**Objetivo:** Integrar los principios de la agricultura sostenible en el manejo de la nutrición integral de cultivos mediante la evaluación del impacto ambiental con la finalidad de promover la sostenibilidad y optimizar la productividad del suelo a largo plazo.

**Temas:**

- 4.1 La nutrición vegetal en la agricultura sostenible
- 4.2 Estrategias de sostenibilidad en la nutrición vegetal
- 4.3 Impacto ambiental de la nutrición vegetal



## VII. Acervo bibliográfico.

### Básico:

- Alcantar G. G., Trejo-Téllez. L.I. (2007). Nutrición de cultivos. Mundi-prensa-Colegio de Posgraduados.
- Arriaga, J. M., & Figueroa, J. M. (2010). Manejo de la fertilidad del suelo para cultivos agrícolas (1ª ed.). Editorial Alfaomega.
- Azcon-Bieto. J. Talon. M. (2008). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Edición McGRAW-HILL. Impreso en España. ISBN. 978-84-475-3230-8.
- Barker. A.V. & Pilbeam. D.J. (2007). Handbook of plant nutrition. Taylor & Francis Group.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). La naturaleza y propiedades de los suelos (15ª ed.). Pearson.
- Castellanos. J. Z. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelo y agua (2ª Edición). Intagri.
- David Burritt. (2017). Plant Macronutrient Use Efficiency. ISBN: 9780128113080. Editorial: Academic Press. Edición: Primera.
- Delgado, J. A., & Sánchez, E. (2016). Manejo de nutrientes en sistemas agrícolas sostenibles (1ª ed.). Editorial Agropecuaria.
- Espinosa J. y Molina E. (1999). Acidez y enclado de los suelos (1ª edición). International Plant Nutrition Institute.
- Gómez, J. A., & Martínez, A. M. (2015). Fertilización y nutrición de cultivos (1ª ed.). Editorial Agrícola Española.
- Gyanendra Nath Mitra. (2015). Regulation of Nutrient Uptake by Plants: A Biochemical and Molecular Approach. ISBN: 978-81-322-2333-7. Editorial: Springer. Edición: Primera.
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2015). Fertilidad y fertilizantes: Introducción a la gestión de nutrientes (8ª ed.). Pearson.
- Marschner, H. (2012). Nutrición mineral de las plantas superiores (3ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Mengel K., Kirkby E. A. (2000). Principios de Nutrición Vegetal (1ra. Edición en español). Instituto Internacional del Potasio, Basilea/Suiza.
- Miller, R. W., & Donahue, R. L. (2002). Suelos: Introducción a los suelos y el crecimiento de las plantas (6ª ed.). Editorial Omega.
- Quiroga A. y Bono A. (2008). Manual de fertilidad y evaluación de suelos. E.E.A. INTA.
- Salgado G. S, Núñez E. R. (2010). Manejo de Fertilizantes químicos y orgánicos. (1ª Ed.) Mundi-prensa-Colegio de Posgraduados.
- Sánchez, P. A. (2017). Propiedades y manejo de los suelos en los trópicos. Editorial Mundi-Prensa.



- Sharma, C.P. (2006). Plant Micronutrients. Sciece Publishers. United States of America. ISBN 1-57808-416-4.
- Sposito, G. (2009). Química de los suelos (2ª ed.). Editorial Omega.
- Torres, J. R., & Martínez, E. J. (2013). Fundamentos de la fertilidad del suelo (1ª ed.). Editorial Universitaria.

### **Complementario:**

- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). The nature and properties of soils (15th ed.). Pearson.
- Fertiberia. Disponible en: <https://www.fertiberia.com/>
- Fypa. Disponible en: <https://www.fypa.com/>
- Goh, K. M., & Wong, M. H. (2017). Soil fertility and crop production: An introduction. CRC Press.
- Haifa Mexico. Disponible en: <https://www.haifa-group.com/haifa-mexico>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2014). Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management (8th ed.). Pearson.
- Marschner, H. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants (3rd ed.). Academic Press.
- Miller, R. W., & Donahue, R. L. (1990). Soils: An introduction to soils and plant growth (6th ed.). Prentice Hall.
- Nambiar, E. K. S., & Abbott, L. K. (2000). The role of soil biology in nutrient management. CRC Press.
- Sanchez, P. A. (2019). Properties and management of soils in the tropics. CRC Press.
- Sparks, D. L. (2003). Environmental soil chemistry (2nd ed.). Academic Press.
- Sposito, G. (2008). The chemistry of soils (2ª ed.). Oxford University Press.
- SQM. Disponible en: <https://www.sqm.com/productos/>
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37(1), 29-38.
- Yara. Disponible en: <https://www.yara.com.mx/>