

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA FITOTECNISTA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

FERTILIDAD Y NUTRICIÓN VEGETAL

Elaboró:	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	

Asesoría técnica:	Mtra. Mayra Karina Laureano Aviles	Dirección de Estudios Profesionales
--------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico 29 de octubre de 2024	H. Consejo de Gobierno 29 de octubre de 2024
-----------------------------	--	--

Facultad de Ciencias Agrícolas





Índice

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





I. Datos de identificación.

Espacio académico
donde se imparte

Facultad de Ciencias Agrícolas

Estudios profesionales

**Licenciatura en Ingeniería Agronómica Fitotecnista,
2024**

Unidad de aprendizaje

Fertilidad y nutrición vegetal

Carga académica

3

Horas
teóricas

2

Horas
prácticas

5

Total de
horas

8

Créditos

Carácter

Obligatoria

Tipo

Curso

Periodo escolar

Cuarto

Área
curricular

Ciencias Agronómicas

Núcleo de
formación

Sustantivo

Seriación

Ninguna

UA Antecedente

Ninguna

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

Ingeniería Agroindustrial

X

Ingeniería Agronómica Fitotecnia

X

Ingeniería Agronómica en Floricultura

X





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 Agronómica Fitotecnista, 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	Sociología rural 3 0 3 6		Economía agropecuaria 3 1 4 7	Legislación y normatividad agrícola 3 3 3 6	Administración agropecuaria 4 0 4 8	Desarrollo rural y organización de productores 4 0 4 8	Agronegocios 4 0 4 8	Proyectos de inversión agrícola 2 3 5 7	P r á c t i c a p r o f e s i o n a l * 30
	Matemáticas aplicadas en agronomía 3 2 5 8	Probabilidad y estadística 4 1 5 9	Diseños experimentales 3 2 5 8	Hidráulica 2 1 3 5	Sistemas de irrigación 2 3 5 7	Manejo de ambientes controlados 2 3 5 7	Investigación agrícola 2 2 4 6		
	Morfología vegetal 3 2 5 8	Sistemática vegetal 3 1 4 7	Fisiología vegetal 3 2 5 8			Ecofisiología de cultivos 2 2 4 6	Geotecnologías aplicadas a la agronomía 1 4 5 6	Agricultura de precisión 2 2 4 6	
	Química agrícola 4 1 5 9	Bioquímica agrícola 2 3 5 7	Edafología 2 3 5 7	Fertilidad y nutrición vegetal 3 2 5 8	Conservación de suelo y agua 2 3 5 7	Olericultura 2 3 5 7	Manejo integrado de malezas 2 3 5 7	Fisiología y tecnología postcosecha agrícola 1 3 4 5	
	Agrometeorología 3 2 5 8	Microbiología agrícola 2 3 5 7	Entomología agrícola 2 3 5 7	Fitopatología 2 3 5 7	Manejo integrado de plagas 2 3 5 7		Gestión e impacto ambiental 1 3 4 5		
	Agronomía 3 1 4 7	Maquinaria agrícola 2 3 5 7	Agroecología 3 1 4 7	Toxicología y manejo de plaguicidas 2 3 5 7	Zootecnia 3 1 4 7	Cultivos forrajeros 2 3 5 7	Producción y tecnología de semillas 2 3 5 7	Cultivos de grano 2 3 5 7	
				Genética vegetal 2 3 5 7	Genotecnia 2 3 5 7	Biotecnología vegetal 2 3 5 7		Cultivos frutícolas 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* -- ** ** 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 4 1 3 4 5	
HT 19 HP 11 TH 30 CR 49		HT 15 HP 17 TH 32 CR 47	HT 18 HP 14 TH 32 CR 50	HT 16 HP 14 TH 30 CR 46	HT 17 HP 15 TH 32 CR 49	HT 14 HP 14+** TH 28+** CR 50	HT 14 HP 21 TH 35 CR 49	HT 11 HP 24 TH 35 CR 46	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>Human capital administration ¹</td><td>1</td> <td rowspan="4">Postharvest of tropical and subtropical fruits ¹</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td>5</td></tr> </table>	Human capital administration ¹	1	Postharvest of tropical and subtropical fruits ¹	1		3	3		4	4		5	5				
Human capital administration ¹	1	Postharvest of tropical and subtropical fruits ¹	1																				
	3		3																				
	4		4																				
	5		5																				
						<table border="1"> <tr><td>Cultivos tropicales</td><td>1</td> <td rowspan="4">Horticultura ornamental</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td>5</td></tr> </table>	Cultivos tropicales	1	Horticultura ornamental	1		3	3		4	4		5	5				
Cultivos tropicales	1	Horticultura ornamental	1																				
	3		3																				
	4		4																				
	5		5																				
						<table border="1"> <tr><td>Cultivos industriales</td><td>1</td> <td rowspan="4">Frutillas</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td>5</td></tr> </table>	Cultivos industriales	1	Frutillas	1		3	3		4	4		5	5				
Cultivos industriales	1	Frutillas	1																				
	3		3																				
	4		4																				
	5		5																				
						<table border="1"> <tr><td>Fungicultura</td><td>1</td> <td rowspan="4">Hidroponía</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td>5</td></tr> </table>	Fungicultura	1	Hidroponía	1		3	3		4	4		5	5				
Fungicultura	1	Hidroponía	1																				
	3		3																				
	4		4																				
	5		5																				
						<table border="1"> <tr><td>Silvicultura</td><td>1</td> <td rowspan="4">Comunicación profesional</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td>5</td></tr> </table>	Silvicultura	1	Comunicación profesional	1		3	3		4	4		5	5				
Silvicultura	1	Comunicación profesional	1																				
	3		3																				
	4		4																				
	5		5																				

SIMBOLOGÍA

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

→ 9 líneas de seriación

Créditos mínimos 23 y máximos 52 por periodo escolar

* Actividad Académica

** Las horas de la actividad académica

¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo Básico Obligatorio:	43
cursar y acreditar 18 UUA	36
	79
	122

Total del Núcleo Básico: acreditar 18 UUA para cubrir 122 créditos

Núcleo Sustantivo Obligatorio:	57
cursar y acreditar 24 UUA	53
	110
	167

Total del Núcleo Sustantivo: acreditar 24 UUA para cubrir 167 créditos

Núcleo Integral Obligatorio:	20
cursar y acreditar 11 UUA + 2 *	29 ⁺ **
	49 ⁺ **
	107

Núcleo Integral Optativo:	4
cursar y acreditar 4 UUA	12
	16
	20

Total del Núcleo Integral: acreditar 15 UUA + 2* para cubrir 127 créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UUA Obligatorias	53 + 2 Actividades Académicas
UUA Optativas	4
UUA a Acreditar	57 + 2 Actividades Académicas
Créditos	416



IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Ingeniería Agronómica Fitotecnista, 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:

- Analizar resultados de experimentos de campo, laboratorio e invernadero a través del proceso metodológico científico para la generación de nuevos conocimientos.
- Diagnosticar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a través de los diferentes métodos de interpretación para determinar las necesidades nutrimentales e hídricas del cultivo.
- Diseñar programas de transferencia tecnológica mediante actividades de vinculación y extensión para la mejora de los sistemas de producción agrícola.
- Evaluar la transferencia tecnológica por medio de los resultados productivos y socioeconómicos para la valoración de su impacto en los sistemas de producción
- Evaluar los daños causados por factores bióticos y abióticos mediante el diagnóstico fitosanitario para desarrollar programas de manejo integrado y sostenible.
- Formular planes y programas de sistemas producción agrícola a través de las diferentes etapas de los procesos y/o servicios para elevar su productividad.
- Gestionar los recursos materiales, financieros y de servicios mediante el diagnóstico de las necesidades de las unidades de producción a fin de elevar su calidad.
- Implementar estrategias de manejo agronómico mediante el análisis de las necesidades del cultivo para mejorar rendimiento y calidad.
- Implementar la normatividad de calidad y de inocuidad de los productos agrícolas de acuerdo con las características físicas, químicas, fisiológicas y organolépticas para garantizar su comercialización.
- Implementar paquetes tecnológicos de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas para la optimización de la producción.
- Interpretar limitantes de la producción agrícola a través de un diagnóstico, observación y experimentación para generación de alternativas de solución.
- Manejar sistemas de acceso a información científica mediante el uso de las tecnologías para la optimización de los sistemas de producción.





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:

Valorar los procesos de producción agrícola mediante la interpretación e implementación de los factores biológicos, edáficos, y técnicos que inciden en el desarrollo de los cultivos con la finalidad de aumentar la productividad y la calidad de estos.

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 nutrientes, 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. Nutrientos 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. Taylo&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 encalado 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. Sciencice 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/>

