

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA**



**UNIDAD ACADÉMICA:  
FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**Clave: 08MSU0017H**



**PROGRAMA DEL CURSO:**

**RELACIÓN AGUA SUELO  
PLANTA ATMOSFERA**

<b>DES:</b>	Agropecuaria
<b>Programa(s) académico(s)</b>	Ingeniería Agroindustrial
<b>Tipo de Materia:</b> <i>Obligatoria / Optativa</i>	Obligatoria
<b>Clave de la Materia:</b>	IAG515
<b>Semestre:</b>	Quinto
<b>Área en plan de estudios (B,P,E, O):</b>	Específica
<b>Total de horas por semana:</b>	6
<i>Teoría: Presencial o virtual</i>	2
<i>Laboratorio o Taller:</i>	2
<i>Prácticas</i>	0
<b>Trabajo extra-clase:</b>	2
<b>Créditos totales:</b>	6
<b>Total de horas por semestre (x 16 semanas)</b>	96
<b>Fecha de actualización:</b>	Febrero 2025
<b>Prerrequisito (s):</b>	*AGROCLIMATOLOGIA *ANÁLISIS DE SUELOS Y SUSTRATOS AGRÍCOLAS *FISIOLOGÍA Y NUTRICIÓN VEGETAL *USO EFICIENTE DEL AGUA EN PROCESOS PRODUCTIVOS
<b>Elaborado por:</b>	Dra. Bertha Alicia Rivas Lucero, Ing. Víctor Manuel Ríos, Dr. Alejandro Palacio Márquez

**DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE/ CURSO:**

Este curso tiene como objetivo el estudio de la interacción entre el agua, el suelo, la planta y la atmósfera, así como su importancia en la gestión y preservación de los recursos hídricos y edáficos. Se abordan los principios fundamentales de la dinámica del agua en el suelo, la absorción y transpiración de las plantas, el balance hídrico y los factores climáticos que influyen en el crecimiento vegetal.

A lo largo del curso, el estudiante desarrollará competencias para evaluar y aplicar estrategias que optimicen la disponibilidad y el uso eficiente del agua en los sistemas agrícolas, considerando las condiciones climáticas específicas de cada región. Asimismo, se analizarán tecnologías y prácticas de conservación del suelo y el agua, contribuyendo a la sostenibilidad de la producción agroindustrial.

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de interpretar y aplicar estos conocimientos en el manejo sostenible de los sistemas de producción agrícola, promoviendo un equilibrio entre productividad y conservación de los recursos naturales.

## **COMPETENCIAS A DESARROLLAR:**

**CG1. Excelencia y Desarrollo Humano.** La excelencia educativa promueve el desarrollo humano integral con resultados tangibles obtenidos en la formación de profesionales con conciencia ética y solidaria, pensamiento crítico y creativo, así como una capacidad innovadora, productiva y emprendedora.

Se puntualiza en los aprendizajes, como referente para construir nuevas propuestas y soluciones en el marco de la innovación y pertinencia social, con matices éticos y de valores, que desde su particularidad cultural le permitan respetar la diversidad, promover la inclusión, valorar la interculturalidad.

**CG3. Responsabilidad Social.-** Asume con responsabilidad y liderazgo social los problemas más sensibles de las comunidades cercanas ante su propio contexto, con el propósito de contribuir a la conformación de una sociedad más justa, libre, incluyente y pacífica, así como al desarrollo sostenible y al cuidado del medio ambiente, en el ámbito local, regional y nacional; y a la preservación, enriquecimiento y difusión de los bienes y valores de las diversas culturas y con la internacionalización solidaria.

**CG5. Innovación y Emprendimiento Social.-** Construye de forma colaborativa con actores académicos y no académicos, proyectos innovadores de emprendimiento social considerando los avances científicos y tecnológicos para la transformación de la sociedad; mediante la habilitación de redes y comunidades de práctica que posibiliten el diálogo abierto, la pluralidad epistémica, la participación, la realimentación y, la construcción de conocimiento, con valores de solidaridad, justicia, equidad, sostenibilidad, interculturalidad, democracia y derechos humanos.

**CP2. Sostenibilidad de Ecosistemas y Sistemas de Producción.** Desarrolla planes y programas de manejo sostenible, considerando la tecnología de producción, los elementos normativos y políticas vigentes.

**CE1. Optimización de Procesos Agroindustriales:** Diseña, implementa, optimiza y gestiona procesos de producción agroindustrial, incluyendo la planificación de la producción, la legislación agroindustrial, la gestión de la cadena de suministro, el control de calidad, la transformación de productos agroindustriales, asegurando eficiencia, calidad y sostenibilidad y la implementación de sistemas de gestión.

**CE4. Gestión de la Calidad, inocuidad y Seguridad Alimentaria:** Desarrolla e implementa estrategias en sistemas de gestión de calidad y seguridad alimentaria, siguiendo normativas nacionales e internacionales para asegurar productos seguros y de alta calidad, como HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) y normas de certificación como ISO 22000, entre otras.

**CE6. Gestión Ambiental y Sostenibilidad en la cadena de suministro:** Gestiona y optimiza la cadena de suministro, desde la producción primaria hasta la distribución y comercialización de productos agroindustriales, mejorando la eficiencia y reduciendo costos logísticos. Comprende los principios de gestión ambiental aplicados a la agroindustria, incluyendo la minimización de residuos, el uso eficiente de recursos naturales y la implementación de prácticas sostenibles. Desarrolla investigación original, tecnología y/o innovaciones en procesos, servicios o productos que contribuyan a la solución de problemas, mejoren la convivencia, generen oportunidades para el desarrollo sustentable y propicien una mejor calidad de vida.

### **Habilidades blandas que se desarrollan**

- Toma de decisiones
- Resolución de problemas

DOMINIOS	OBJETOS DE ESTUDIO	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	METODOLOGÍA	EVIDENCIAS
<p><b>CG1-2.</b> Propone la solución de problemas con una base interdisciplinar (científica, humanística y tecnológica).</p> <p><b>CG3-2.</b> Analiza la interacción entre la naturaleza y la sociedad, para garantizar la preservación del entorno natural y promover estilos de vida sostenible.</p> <p><b>CP2-5.</b> Propone alternativas de solución de la problemática de los sistemas de producción y estrategias para su mejoramiento continuo.</p> <p><b>CE6-3.</b> Aplica principios de gestión ambiental para minimizar el impacto ambiental en las operaciones agroindustriales.</p>	<p><b>Objeto de estudio I:</b>  <b>Introducción</b>  1.1. Antecedentes de la relación suelo-agua-planta-atmosfera (RASPA)  1.2. Propiedades del suelo  1.3. Propiedades del agua  1.4. Sistema planta  1.5. Características de la atmosfera  1.6 Impacto de la gestión del suelo, agua y atmósfera en la eficiencia de procesos agroindustriales.  1.7 Sistemas de control y monitoreo de variables ambientales en la producción agroindustrial</p>	<p>-Conoce los antecedentes de la RASPA  Identifica las propiedades del suelo y agua que intervienen en la producción de cultivos  -Determina los factores de la RASPA ideales para la producción de cultivos  -Explica la importancia de la relación suelo-agua-planta-atmósfera (RASPA) en la producción agroindustrial.  -Analiza las propiedades físicas y químicas del suelo, agua y atmósfera, y su influencia en la eficiencia agrícola.  -Identifica herramientas de monitoreo y control para la optimización de los procesos agroindustriales.</p>	<p>Aprendizaje colaborativo:  Exposición de temas.  Aprendizaje basado en investigación documental.  Clases expositivas sobre los fundamentos de RASPA y su impacto en la agroindustria.  Estudio de casos sobre optimización de riego y fertilización en la industria agrícola.  Análisis de datos y modelado de procesos agroindustriales para mejorar eficiencia</p>	<p>Examen diagnóstico  Portafolio de evidencias: Ensayo sobre los factores de RASPA ideales para los cultivos  Propuesta de proyecto utilizando el método científico (manejo de un cultivo de forma sostenible utilizando RASPA)  Informe sobre la relación RASPA y su impacto en la producción agroindustrial.  Presentación sobre herramientas de monitoreo y control en la industria agrícola.</p>
<p><b>CG3-5.</b> Contribuye a la resolución de las crisis ambientales (cambio climático, biodiversidad, agua, entre otras) desde una perspectiva inter y transdisciplinar</p>	<p><b>Objeto de estudio II:</b>  <b>Relación suelo-agua</b>  2.1. Movimiento del agua en el suelo  2.1.1 Potenciales hídricos del suelo  2.1.2 Capacidad de retención de humedad  2.1.3 Velocidad de infiltración y permeabilidad  2.4 Optimización del uso del</p>	<p>-Analiza el funcionamiento de la relación suelo-agua en los Sistemas de producción agrícola desde el enfoque de la sostenibilidad.  -Identifica las propiedades del suelo que influyen en el movimiento y la disponibilidad del recurso hídrico.  -Evalúa el movimiento del agua en el suelo y su</p>	<p>Aprendizaje colaborativo:  Exposición de temas.  Aprendizaje basado en investigación documental.  Aprendizaje en sitio: práctica de laboratorio movimiento del agua en el suelo y conductividad</p>	<p>Reporte de práctica  Presentaciones orales  Análisis de datos de infiltración y permeabilidad en suelos agrícolas.  Reporte técnico sobre eficiencia del uso del agua en riego agroindustrial.</p>

<p><b>CP2-2.</b> Demuestra ética en la protección, conservación y aprovechamiento del ecosistema. ✓</p> <p><b>CE1-1.</b> Diseña procesos de producción agroindustrial eficientes y sostenibles.</p> <p><b>CE6-5.</b> Utiliza recursos naturales de manera eficiente para reducir el desperdicio y promover la sostenibilidad</p>	<p>agua en procesos agroindustriales.</p> <p>2.5 Sistemas de gestión eficiente del agua en la industria agrícola.</p>	<p>impacto en la disponibilidad hídrica para los cultivos.</p> <p>-Diseña estrategias para la optimización del uso del agua en procesos agroindustriales.</p> <p>-Implementa técnicas para mejorar la eficiencia del riego en función de la demanda hídrica y la sostenibilidad.</p>	<p>hidráulica.</p> <p>Solución de problemas reales sobre gestión del agua y suelo en la agroindustria.</p>	
<p><b>CG1-3.</b> Desarrolla de habilidades y capacidades innovadoras, productivas y de emprendimiento.</p> <p><b>CG5-5</b> Participa en proyectos innovadores de protección al medio ambiente y al desarrollo sostenible.</p> <p><b>CE1-2.</b> Implementa tecnologías y métodos de producción avanzados.</p> <p><b>CE6-1.</b> Gestiona la cadena de suministro para optimizar la eficiencia desde la producción primaria hasta la distribución y comercialización de productos agroindustriales.</p>	<p><b>Objeto de estudio III: Relación suelo-planta</b></p> <p>3.1 Propiedades del suelo que influyen en la producción agrícola</p> <p>3.2 Disponibilidad de nutrientes</p> <p>3.3 Fertilización edáfica</p> <p>3.2.1 Calculo de fertilización base</p> <p>3.4 Disponibilidad de agua en el suelo</p> <p>3.5 Automatización y control de fertilización en procesos agroindustriales.</p> <p>3.6 Técnicas de optimización de insumos agrícolas para reducir costos y mejorar productividad.</p>	<p>Identifica las propiedades del suelo que afectan la producción agrícola, además propone alternativas de solución.</p> <p>Elabora programas de fertilización base de acuerdo con las características del suelo y las necesidades de los cultivos.</p> <p>-Relaciona las propiedades del suelo con la disponibilidad de nutrientes y la producción agrícola.</p> <p>-Aplica métodos de fertilización eficiente utilizando modelos de optimización agroindustrial.</p> <p>-Diseña estrategias de reducción de costos y maximización del rendimiento en la producción agrícola.</p>	<p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas. Resolución de problemas prácticos. Aprendizaje basado en investigación documental.</p> <p>Desarrollo de proyectos donde se analicen costos y eficiencia de sistemas de riego y fertilización.</p>	<p>Portafolio de evidencias: Laboratorio de ejercicios</p> <p>Avances de proyecto utilizando el método científico</p> <p>Parcial 1</p> <p>Proyecto de optimización de fertilización con reducción de costos operativos.</p> <p>Simulación de estrategias de fertilización y análisis de impacto en el rendimiento de cultivos.</p>

<p><b>CG5-5.</b> Participa en proyectos innovadores de protección al medio ambiente y al desarrollo sostenible.</p> <p><b>CP2-3.</b> Identifica la estructura e interrelaciones de los diversos componentes de los sistemas de producción agropecuaria con un enfoque holístico.</p> <p><b>CE1-3.</b> Optimiza el uso de recursos para maximizar la eficiencia y minimizar costos.</p> <p><b>CE4-1</b> Desarrolla sistemas de gestión de calidad y seguridad alimentaria que cumplan con normativas nacionales e internacionales.</p>	<p><b>Objeto de estudio IV:</b> <b>Relación agua-suelo-planta</b></p> <p>4.1 Potencial hídrico</p> <p>4.1.1 Transporte de agua y nutrientes a través de xilema y floema</p> <p>4.1.2 Teorías de absorción a través de membranas</p> <p>4.2 Propiedades del agua que afectan el crecimiento de las plantas</p> <p>4.2.1 Calidad de agua para riego</p> <p>4.3 Estrés hídrico en las plantas</p> <p>4.4 Uso de tecnologías inteligentes para el monitoreo del estrés hídrico en cultivos.</p> <p>4.5 Diseño de sistemas de riego con eficiencia energética y reducción de costos operativos.</p>	<p>Identifica las formas en que las plantas absorben el agua y los nutrientes, así como los mecanismos internos de transporte.</p> <p>Identifica las propiedades del agua que afectan la producción agrícola, además propone alternativas de solución.</p> <p>Identifica los efectos del estrés hídrico en los cultivos.</p> <p>Propone alternativas de solución ante el estrés hídrico.</p> <p>Evalúa el potencial hídrico y su influencia en el transporte de agua y nutrientes en las plantas.</p> <p>Propone soluciones innovadoras para mejorar el riego mediante tecnologías inteligentes.</p> <p>Diseña sistemas de riego automatizados considerando eficiencia energética y costos operativos.</p>	<p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas</p> <p>Aprendizaje basado en investigación documental.</p> <p>Aprendizaje en sitio: Practica de laboratorio el agua en la planta.</p> <p>Experimentación con sensores para monitoreo de humedad del suelo</p> <p>Análisis de calidad del agua para riego y su impacto en la producción agrícola.</p> <p>Implementación de modelos matemáticos para determinar requerimientos hídricos.</p>	<p>Reporte de practica</p> <p>Presentaciones orales</p> <p>Desarrollo de un sistema de monitoreo de estrés hídrico en cultivos.</p> <p>Diseño de un sistema automatizado de riego con eficiencia energética.</p>
<p><b>CG3-5.</b> Contribuye a la resolución de las crisis ambientales (cambio climático, biodiversidad, agua, entre otras) desde una perspectiva inter y transdisciplinar</p> <p><b>CG5-1.</b> Analiza y prioriza las necesidades de las personas y sus comunidades, para el diseño de proyectos innovadores inter</p>	<p><b>Objeto de estudio V:</b> <b>Relación suelo-agua-planta-atmosfera</b></p> <p>5.1 Transpiración</p> <p>5.1.1 Factores que afectan la transpiración</p> <p>5.1.2 Mecanismos de apertura y cierre estomático</p> <p>5.1.3 Relación transpiración-rendimiento</p> <p>5.2 Consumo de agua por la planta</p> <p>5.2.1 Evapotranspiración, uso consuntivo, evapotranspiración potencial.</p> <p>5.2.2 Factores que afectan la evapotranspiración y/o el uso consuntivo</p>	<p>Identifica que es y qué factores producen la transpiración.</p> <p>Calcula el consumo de agua por un cultivo.</p> <p>Determina la eficiencia de una aplicación de agua a los cultivos en base a los factores del suelo, agua y atmosfera.</p> <p>Diseña un calendario de riego para un cultivo determinado.</p> <p>Propone metodologías de investigación en la RASPA que incluyan un manejo sustentable de los cultivos.</p>	<p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas.</p> <p>Aprendizaje basado en investigación documental.</p> <p>Resolución de problemas prácticos.</p> <p>Simulación de sistemas de riego utilizando herramientas digitales.</p> <p>Implementación de sensores IoT para monitoreo de condiciones agroindustriales.</p> <p>Modelado de procesos</p>	<p>Portafolio de evidencias: Laboratorio de ejercicios</p> <p>Reporte de proyecto Parcial 2</p> <p>Cálculo de evapotranspiración y análisis de eficiencia en sistemas de riego.</p> <p>Presentación de estrategias de sostenibilidad para optimización del agua en la agroindustria.</p>

<p>institucionales e intercomunitarios.</p> <p><b>CP2-5.</b> Propone alternativas de solución de la problemática de los sistemas de producción y estrategias para su mejoramiento continuo</p> <p><b>CE1-3.</b> Optimiza el uso de recursos para maximizar la eficiencia y minimizar costos.</p>	<p>5.2.3 Métodos para determinar y/o estimar el uso consuntivo</p> <p>5.2.4 Coeficientes de transpiración de los cultivos</p> <p>5.3 Precipitación efectiva</p> <p>5.4 Requerimiento de riego</p> <p>5.4.1 Eficiencia de riego</p> <p>5.4.2 Laminas e intervalos de riego</p> <p>5.4.3 Calendarización de riego</p> <p>5.5 Estrategias de optimización del consumo de agua en la agroindustria.</p> <p>5.6 Impacto de la eficiencia de riego en la productividad agrícola y reducción de costos.</p>	<p>Explica la importancia de la transpiración y evapotranspiración en el rendimiento de los cultivos.</p> <p>Calcula el consumo de agua de los cultivos y determina la eficiencia de riego.</p> <p>Implementa estrategias de sostenibilidad para optimizar el uso del agua en la agroindustria.</p>	<p>utilizando software de optimización industrial</p>	
--	--	---	---	--

<p align="center"><b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b></p> <p align="center">(Bibliografía, direcciones electrónicas)</p>	<p align="center"><b>EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES</b></p> <p align="center">(Criterios, ponderación e instrumentos)</p>
<p><b>Objeto de estudio I:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Marschner, Hans. (2011). <i>Marschner's mineral nutrition of higher plants</i>. Academic Press. ISBN 978-0-12-384905-2.</li> <li>Aguilera, Carlos Manuel, &amp; Martínez, Enrique Ricardo. (1996). <i>Relaciones agua suelo planta atmósfera</i> (4.ª ed.). Universidad Autónoma Chapingo.</li> <li>Bohn, H. Larry. (1993). <i>Química del suelo</i>. Limusa.</li> </ol> <p><b>Objeto de estudio II.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Castellanos, Juan Zorrilla, Uballe-Bueno, Juan Xavier, &amp; Aguilar-Santelises, Alfredo. (2000). <i>Memoria del curso sobre interpretación de análisis de suelos, aguas agrícolas, plantas y ECP</i>. Instituto de Capacitación para la Actividad Agrícola.</li> <li>Genova, Luis José. (2023). <i>Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera</i>. Recuperado de <a href="https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35376/mod_resource/content/1/unidad%205%20TP5%20ORASPA.pdf">https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35376/mod_resource/content/1/unidad%205%20TP5%20ORASPA.pdf</a></li> </ol> <p><b>Objeto de estudio III.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Lesur, Louis. (2006). <i>Manual de fertilización y productividad del suelo agrícola: una guía paso a paso</i>. Trillas.</li> <li>Navarro, Beatriz Sánchez, &amp; García, Nicolás González.</li> </ol>	<p>La evaluación se realizará en dos parciales, más una evaluación ordinaria, en la cual se deberán incluir los siguientes instrumentos (evaluación sugerida):</p> <p><b>PARCIAL 1:</b> Examen 20%. Exposiciones orales 20%. Avances de proyecto final 20%. Reporte de prácticas 20%. Portafolio de evidencias 10%. Autoevaluación 5%. Coevaluación 5%.</p> <p><b>PARCIAL 2:</b> Examen 20%. Exposiciones orales 20%. Proyecto final 20%. Reporte de prácticas 20%. Portafolio de evidencias 10%. Autoevaluación 5%. Coevaluación 5%.</p> <p><b>EXAMEN FINAL ORDINARIO:</b></p>

<p>(2003). <i>Química agrícola: El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal</i> (2.<sup>a</sup> ed.). Mundi-Prensa.</p> <p><b>Objeto de estudio IV.</b></p> <p>8. Mitra, G. N. (2015). <i>Regulation of nutrient uptake by plants</i>. Springer. <a href="https://doi.org/10.1007/978-81-322-2334-4">https://doi.org/10.1007/978-81-322-2334-4</a></p> <p>9. Taiz, Lincoln, Zeiger, Eduardo, Møller, Ian M., &amp; Murphy, Angus. (2021). <i>Fundamentos de fisiología vegetal</i>. Artmed Editora.</p> <p>10. Azcón-Bieto, Javier, &amp; Talón, Manuel. (2008). <i>Fundamentos de fisiología vegetal</i>. Edicions Universitat de Barcelona.</p> <p><b>Objeto de estudio V.</b></p> <p>11. Torres, Rodolfo Enrique. (1995). <i>Agrometeorología</i>. Trillas.</p> <p>12. Losada Villasante, Antonio. (2009). <i>El riego: Fundamentos hidráulicos</i>. Mundi-Prensa.</p> <p>13. Zapata Sierra, Antonio José. (2020). <i>Manual práctico de sistemas de riego localizado</i>. Mundi-Prensa.</p>	<p>Promedio de los 2 parciales 50%</p> <p>*Examen ordinario 50%</p> <p>*Nota: La calificación mínima para exentar el examen ordinario es 9</p> <p>La calificación mínima para acreditar el curso es de 70 puntos (en una escala de 0 a 100).</p>
---	--

Cronograma del avance programático																	
Objetos de Estudio	Semanas																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>Objeto de estudio I: Introducción</b>	X	X															
<b>Objeto de estudio II: Relación suelo-agua</b>			X	X	X												
<b>Objeto de estudio III: Relación suelo-planta</b>						X	X	X									
<b>Objeto de estudio IV: Relación agua-suelo-planta</b>									X	X	X						
<b>Objeto de estudio V: Relación suelo-agua-planta-atmosfera</b>												X	X	X	X	X	