

<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>PROGRAMA ANALÍTICO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FISIOLOGÍA DEL ESTRÉS</b></p>	<b>DES:</b>	Agropecuaria
	<b>Programa(s) académico(s)</b>	Ingeniería Agronómica Fitotecnista
	<b>Tipo de Materia:</b> <i>Obligatoria / Optativa</i>	Optativa
	<b>Clave de la Materia:</b>	MS802
	<b>Semestre:</b>	Octavo
	<b>Área en plan de estudios (B,P,E, O):</b>	Optativa
	<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>	Noviembre 2024
	<b>Prerrequisito (s):</b>	Ninguno
<b>Elaborado por:</b>	Dr. Alejandro Palacio Márquez, Dra. Sandra Pérez Álvarez, M.C. Daniel Triana Anzures	

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

Se estudian los principales procesos relacionados con las respuestas de las plantas a los factores bióticos y abióticos, así como las respuestas y mecanismos de estas para mitigar los efectos del estrés con el objetivo de que alcancen el máximo potencial agronómico.

**COMPETENCIA PRINCIPAL QUE SE DESARROLLA:**

**Excelencia y Desarrollo Humano (CB1):** 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.

**Sostenibilidad de ecosistemas y sistemas de producción (CP2):** Desarrolla planes y programas de manejo sostenible, considerando la tecnología de producción, los elementos normativos y políticas vigentes

**Sistemas de producción agrícola sostenibles (CE1):** Implementa métodos y prácticas sostenibles que contribuyan a mejorar la eficacia de los sistemas de producción agrícola, con el fin de lograr un mayor rendimiento y calidad en los cultivos, además de minimizar el impacto ambiental.

**HABILIDADES BLANDAS QUE SE DESARROLLAN:**

- Trabajo colaborativo
- Comunicación

DOMINIOS	OBJETOS DE ESTUDIO	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	METODOLOGÍA	EVIDENCIAS
<p>CB1.2. Propone la solución de problemas con una base interdisciplinar (científica, humanística y tecnológica). CP2.5. Propone alternativas de solución de la problemática de los sistemas de producción y estrategias para su mejoramiento continuo. CE1.14. Identifica los componentes ambientales, tecnológicos y socioeconómicos de un sistema de producción.</p> <p><b>Habilidades Blandas:</b> •Trabajo colaborativo •Comunicación</p>	<p><b>Objeto de estudio I:</b> <b>Introducción</b> 1.1. Concepto 1.2. Importancia de su estudio 1.3. Antecedentes</p>	<p>Interrelaciona la importancia del estudio y aplicación de la Fisiología del estrés dentro de los sistemas de producción agrícola.</p> <p>Colabora de manera efectiva en equipos multidisciplinarios.</p> <p>Expresa ideas de manera clara y coherente en discusiones grupales.</p>	<p>Aprendizaje basado en la investigación documental: Discusión por equipos de artículos científicos relacionados con los temas abordados.</p> <p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas por equipos.</p>	<p>Exposiciones orales</p>
<p>CB1.2. Propone la solución de problemas con una base interdisciplinar (científica, humanística y tecnológica). CP2.5. Propone alternativas de solución de la</p>	<p><b>Objeto de estudio II:</b> <b>Estrés hídrico</b> 2.1 Conceptos básicos relacionados con el agua 2.2 Efectos de la sequía en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. 2.3 Efecto del estrés hídrico en los metabolismos de C y N.</p>	<p>Identifica los síntomas primarios de las plantas estresadas por sequía.</p> <p>Explica el efecto de los principales factores que afectan el estrés hídrico.</p> <p>Explica los cambios</p>	<p>Aprendizaje basado en la investigación documental: Discusión por equipos de artículos científicos relacionados con los temas abordados.</p> <p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas por equipos.</p>	<p>Presentaciones orales</p> <p>Reportes de laboratorio</p>

<p>problemática de los sistemas de producción y estrategias para su mejoramiento continuo. CE1.6. Aplica y diseña técnicas de cultivo que minimizan el impacto ambiental. CE1.14. Identifica los componentes ambientales, tecnológicos y socioeconómicos de un sistema de producción.</p> <p><b>Habilidades Blandas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Trabajo colaborativo</li> <li>•Comunicación</li> </ul>	<p>2.4 Anaerobiosis. 2.5 Resistencia a la sequía.</p> <p>2.5.1 Ajuste osmótico. 2.5.2 Elasticidad celular. 2.5.3 Tolerancia a la sequía. 2.5.4 Medida del estrés por sequía. 2.5.5 Mejoramiento de plantas para la resistencia al estrés por sequía.</p>	<p>fisiológicos causados por el estrés hídrico.</p> <p>Explica el ajuste osmótico</p> <p>Distingue entre tolerancia y evasión de la sequía.</p> <p>Determina el potencial osmótico en tejidos de almacenamiento por el método gravimétrico.</p> <p>Colabora de manera efectiva en equipos multidisciplinarios.</p> <p>Expresa ideas de manera clara y coherente en discusiones grupales.</p>	<p>Aprendizaje situado: En laboratorio.</p>	
<p>CB1.2. Propone la solución de problemas con una base interdisciplinar (científica, humanística y tecnológica). CP2.5. Propone alternativas de solución de la problemática de los sistemas de producción y estrategias para su mejoramiento continuo. CE1.6. Aplica</p>	<p><b>Objeto de estudio III: Estrés por temperatura</b></p> <p>3.1. Daño por frío. 3.2. Efecto en membranas. 3.3. Proceso de enfriamiento. 3.4. Tolerancia al estrés por frío. 3.5. Efecto de la temperatura en la raíz. 3.6. Efectos de la alta temperatura. 3.7. Aclimatación a la alta y baja temperatura.</p>	<p>Comprende los sitios sensitivos de las plantas a la baja temperatura. Distingue entre el daño por frío y por helada. Observa el daño de baja y alta temperatura en tejidos de raíz. Identifica las causas del daño por calor.</p> <p>Colabora de manera efectiva en equipos multidisciplinarios.</p> <p>Expresa ideas de manera clara y</p>	<p>Aprendizaje basado en la investigación documental: Discusión por equipos de artículos científicos relacionados con los temas abordados.</p> <p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas por equipos.</p>	<p>Presentaciones orales Parcial 1</p>

<p>y diseña técnicas de cultivo que minimizan el impacto ambiental. CE1.14. Identifica los componentes ambientales, tecnológicos y socioeconómicos de un sistema de producción. <b>Habilidades Blandas:</b> •Trabajo colaborativo •Comunicación</p>		<p>coherente en discusiones grupales.</p>		
<p>CB1.2. Propone la solución de problemas con una base interdisciplinar (científica, humanística y tecnológica). CP2.5. Propone alternativas de solución de la problemática de los sistemas de producción y estrategias para su mejoramiento continuo. CE1.6. Aplica y diseña técnicas de cultivo que minimizan el impacto ambiental. CE1.14. Identifica los componentes</p>	<p><b>Objeto de estudio IV: Estrés por nutrientes</b> 4.1. Condiciones causantes del estrés por nutrientes. 4.2. Causas de las deficiencias y toxicidades de nutrientes. 4.3. Mecanismos de tolerancia al exceso de nutrientes.</p>	<p>Identifica las formas en que las plantas absorben los nutrientes.</p> <p>Identifica los efectos de altas y bajas concentraciones de nutrientes. Conoce diferentes mecanismos de tolerancia al exceso o deficiencia de nutrientes.</p> <p>Colabora de manera efectiva en equipos multidisciplinarios.</p> <p>Expresa ideas de manera clara y coherente en discusiones grupales.</p>	<p>Aprendizaje basado en la investigación documental: Discusión por equipos de artículos científicos relacionados con los temas abordados.</p> <p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas por equipos.</p>	<p>Presentaciones orales</p>

<p>ambientales, tecnológicos y socioeconómicos de un sistema de producción. CE1.15. Conoce los nutrientes esenciales para la planta. CE1.20. Conoce métodos alternativos al uso de productos químicos sintéticos en el manejo de sistemas de producción. <b>Habilidades Blandas:</b> •Trabajo colaborativo •Comunicación</p>				
<p>CB1.2. Propone la solución de problemas con una base interdisciplinar (científica, humanística y tecnológica). CP2.5. Propone alternativas de solución de la problemática de los sistemas de producción y estrategias para su mejoramiento continuo. CE1.6. Aplica y diseña técnicas de</p>	<p><b>Objeto de estudio V: Estrés por sales</b> 5.1. Mecanismos de tolerancia. 5.2. Cultivos tolerantes a sales. 5.3. Efectos específicos de iones sobre la fisiología de los cultivos.</p>	<p>Identifica los principales efectos causados por condiciones de salinidad. Identifica plantas halófitas. Identifica las principales respuestas fisiológicas de las plantas a estrés por sales. Describe los efectos del estrés por salinidad en la absorción y translocación.</p> <p>Colabora de manera efectiva en equipos multidisciplinarios.</p>	<p>Aprendizaje basado en la investigación documental: Discusión por equipos de artículos científicos relacionados con los temas abordados.</p> <p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas por equipos.</p> <p>Aprendizaje situado: En laboratorio.</p>	<p>Presentaciones orales  Reporte de práctica</p>

<p>cultivo que minimizan el impacto ambiental. CE1.14. Identifica los componentes ambientales, tecnológicos y socioeconómicos de un sistema de producción.</p> <p><b>Habilidades Blandas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Trabajo colaborativo</li> <li>•Comunicación</li> </ul>		<p>Expresa ideas de manera clara y coherente en discusiones grupales.</p>		
<p>CB1.2. Propone la solución de problemas con una base interdisciplinaria (científica, humanística y tecnológica). CP2.5. Propone alternativas de solución de la problemática de los sistemas de producción y estrategias para su mejoramiento continuo. CE1.6. Aplica y diseña técnicas de cultivo que minimizan el impacto ambiental. CE1.14. Identifica los componentes ambientales, tecnológicos y</p>	<p><b>Objeto de estudio VI: Estrés por irradiación</b></p> <p>6.1. Disminución atmosférica de la radiación solar.</p> <p>6.2. Distribución de la radiación solar en los cultivos.</p> <p>6.3. Absorción de la radiación solar por las plantas.</p> <p>6.4. Sol versus sombreo de plantas.</p> <p>6.5. Efectos del déficit de luz (sombreo).</p> <p>6.6. Efecto de luz brillante.</p> <p>6.7. Resistencia al daño por alta intensidad de luz.</p> <p>6.8. Radiación ultravioleta.</p>	<p>Compara la morfología de las plantas a los efectos de la luz y sombra. Explica las formas en que las plantas pueden adaptarse a la sombra. Explica como la intensidad de luz brillante afecta al contenido de clorofila. Enlista algunos cromóforos que absorben luz ultravioleta.</p> <p>Colabora de manera efectiva en equipos multidisciplinarios.</p> <p>Expresa ideas de manera clara y coherente en discusiones grupales.</p>	<p>Aprendizaje basado en la investigación documental: Discusión por equipos de artículos científicos relacionados con los temas abordados.</p> <p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas por equipos.</p>	<p>Presentaciones orales</p>

<p>socioeconómicos de un sistema de producción.</p> <p><b>Habilidades Blandas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Trabajo colaborativo</li> <li>•Comunicación</li> </ul>				
<p>CB1.2. Propone la solución de problemas con una base interdisciplinar (científica, humanística y tecnológica). CP2.5. Propone alternativas de solución de la problemática de los sistemas de producción y estrategias para su mejoramiento continuo. CE1.14. Identifica los componentes ambientales, tecnológicos y socioeconómicos de un sistema de producción.</p> <p><b>Habilidades Blandas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Trabajo colaborativo</li> <li>•Comunicación</li> </ul>	<p><b>Objeto de estudio VII: Estrés por Metales Pesados</b></p> <p>7.1. Introducción</p> <p>7.1.1 Definición de estrés por metales pesados y sus efectos en las plantas.</p> <p>7.1.2 Tipos de metales pesados y su origen.</p> <p>7.1.3 Factores que influyen en la absorción y distribución de los metales pesados en las plantas</p> <p>7.2. Mecanismos de tolerancia y detoxificación de los metales pesados en las plantas.</p> <p>7.2.1 Retención en la pared celular.</p> <p>7.2.2 Secuestro en la vacuola.</p> <p>7.2.3 Quelación por moléculas orgánicas.</p> <p>7.2.4 Expresión de genes de resistencia</p> <p>7.3. Estrategias para mitigar el estrés por metales pesados en las plantas.</p> <p>7.3.1 Aplicación de fertilizantes, enmiendas y bioestimulantes.</p> <p>7.3.2 Uso de microorganismos beneficiosos (biorremediación).</p> <p>7.3.3 Uso de plantas (Fitorremediación)</p> <p>7.3.4 Selección y mejora de variedades tolerantes.</p> <p>7.4. Conclusión</p>	<p>Conoce qué son y cuáles son los metales pesados. Conoce y describe los mecanismos de tolerancia y detoxificación de los metales pesados en las plantas. Conoce y describe las estrategias para mitigar el estrés por metales pesados en las plantas. Explica las implicaciones de estos metales para el medio ambiente.</p> <p>Colabora de manera efectiva en equipos multidisciplinarios.</p> <p>Expresa ideas de manera clara y coherente en discusiones grupales.</p>	<p>Aprendizaje basado en la investigación documental:</p> <p>Discusión por equipos de artículos científicos relacionados con los temas abordados.</p> <p>Aprendizaje colaborativo: Exposición de temas por equipos.</p>	<p>Presentaciones orales.</p> <p>Reporte de proyecto</p> <p>Parcial 2</p>

	<p>7.4.1 Resumen de los puntos principales.</p> <p>7.4.2 Implicaciones para la agricultura y el medio ambiente.</p> <p>7.4.3 Recomendaciones para futuras investigaciones.</p>			
--	--	--	--	--

FUENTES DE INFORMACIÓN	EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES
<p><b>Objetos de estudio I al VI</b></p> <p>1. Gull, Anees, Lone, Abdul Ahad y Wani, Nuzhat UI Islam. (2019). Biotic and abiotic stresses in plants. IntechOpen, London.</p> <p>2. Hale, George M. y Orcutt, David M. (1987). The physiology of plants under stress. John Wiley and Sons, Inc., New York.</p> <p>3. Mendoza, Andrés Benjamín. (2002). Ecofisiología y bioquímica del estrés en plantas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah, México.</p> <p>4. Salisbury, Frank B. y Ross, Cleon W. (2000). Fisiología de las plantas. Madrid: Paraninfo.</p> <p>5. Shanker, Akula y Venkateswarlu, Bandi. (2011). Abiotic stress in plants: mechanisms and adaptations. BoD–Books on Demand.</p> <p><b>Objeto de estudio II</b></p> <p>6. Farooq, Muhammad, Hussain, Mubshar, Wahid, Abdul y Siddique, Kadambot H. M. (2012). Drought Stress in Plants: An Overview. En: Aroca, Ricardo (ed.), Plant Responses to Drought Stress. Springer, Berlin, Heidelberg. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0_1">https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0_1</a></p> <p><b>Objeto de estudio IV</b></p> <p>7. <b>Bennett, William F.</b> (1993). Nutrient deficiencies and Toxicities. En: <i>Crop Plant</i>. Collage of Agricultural Sciences and Natural Resources. Texas Tech University, Lubbock.</p> <p><b>Objeto de estudio V</b></p> <p>8. Ondrasek, Goran, Rathod, Shubham, Manohara, K. K., Gireesh, Channarayappa, Anantha, M. S., Sakhare, Amruta S., ... y Horvatinec, Josip. (2022). Salt stress in plants and mitigation approaches. <i>Plants</i>, 11(6), 717. <a href="https://www.mdpi.com/2223-7747/11/6/717">https://www.mdpi.com/2223-7747/11/6/717</a></p> <p><b>Objeto de estudio VII</b></p> <p>9. Pérez-Álvarez, Sandra, Héctor Ardisana, Ernesto Francisco, Magallanes-Tapia, Marco Antonio, Ulloa Gómez, María Guadalupe, Ulloa Pérez, Antonio Eduardo, González Vega, María Elena y Villarreal Ramírez, Victor Hugo. (2023). Plants and microorganisms as useful tool for accumulation and detoxification of heavy metals from environment. En: Sustainable industrial wastewater treatment and pollution control. Published by Springer Nature Singapore Pte Ltd. <a href="https://doi.org/10.1007/978-981-99-2560-5">https://doi.org/10.1007/978-981-99-2560-5</a></p>	<p>La evaluación se realizará en dos parciales, más una evaluación ordinaria, en la cual se deberán incluir los siguientes instrumentos:</p> <p>PARCIAL 1: Examen 25%. Exposiciones orales 20%. Reporte de prácticas 45%. Autoevaluación 5%. Coevaluación 5%.</p> <p>PARCIAL 2: Examen 25%. Exposiciones orales 20%. Reporte de prácticas 45%. Autoevaluación 5%. Coevaluación 5%.</p> <p>EXAMEN FINAL ORDINARIO: Promedio de los 2 parciales 50%</p> <p>*Examen ordinario 50%</p> <p>La calificación mínima para acreditar el curso es de 70 puntos (en una escala de 0 a 100).</p>

10. Pérez-Álvarez, Sandra, Licón Trillo, Luis Pablo, Héctor Ardisana, Ernesto Francisco, Ulloa Pérez, Antonio Eduardo y González Vega, María Elena. (2022). Role of Fungal Nanotechnology in Bioremediation of Heavy Metals. En: Myconanotechnology: Green chemistry for sustainable development. Published by Bentham Science Publishers Pte. Ltd. Singapore.

<b>Cronograma del avance programático</b>																
<b>Objetos de Estudio</b>	<b>Semanas</b>															
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>Objeto de estudio I: Introducción</b>	X	X														
<b>Objeto de estudio II: Estrés hídrico</b>			X	X	X											
<b>Objeto de estudio III: Estrés por temperatura</b>						X	X									
<b>Objeto de estudio IV: Estrés por nutrientes</b>								X	X							
<b>Objeto de estudio V: Estrés por sales</b>										X	X	X				
<b>Objeto de estudio VI: Estrés por irradiación</b>													X	X		
<b>Objeto de estudio VII: Estrés por metales pesados</b>															X	X