



## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Ecofisiología de cultivos
<b>Clave de la asignatura:</b>	ATF-2504
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carreras:</b>	Ingeniería en Agronomía, Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Agronomía, la capacidad para comprender las interacciones que se dan entre los factores ambientales y las funciones fisiológicas de las plantas cultivadas. Su objetivo es entender cómo las condiciones abióticas y bióticas influyen en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.</p> <p>La asignatura se fundamenta en los factores ambientales, las funciones fisiológicas de las plantas cultivadas, estrategias de adaptación, impacto de prácticas agronómicas, sostenibilidad y cambio climático, así como las investigaciones y aplicaciones que se deriven de ella, para mejorar la producción de alimentos de manera sostenible.</p>

<b>Intención didáctica</b>
<p>El contenido temático del programa educativo de ecofisiología de cultivos puede estructurarse en varias unidades que abordan desde los principios básicos hasta aplicaciones prácticas y estudios de caso, al promover el aprendizaje integral y aplicable en el campo.</p> <p>En el tema número uno, introduce al estudiante a la Ecofisiología en cuanto a su definición, objetivos y su importancia en la agricultura moderna y sostenibilidad.</p> <p>El tema número dos, se estudian los factores ambientales tales como la luz, temperatura, agua y nutrientes y cómo estos afectan las funciones fisiológicas de las plantas e impactan en la productividad.</p> <p>En el tema número tres, se estudia la Fisiología vegetal en cuanto a los procesos fotosintéticos, respiración y metabolismo secundario que realizan las plantas para la mejora de los procesos productivos.</p>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



El tema número cuatro, está enfocado al estudio de la respuesta de las plantas al estrés y cómo éste impacta en su crecimiento y desarrollo.

En el tema número cinco, se abordan las tendencias futuras en la ecofisiología de cultivos mediante la utilización de las nuevas tecnologías y su enfoque para mejorar la sostenibilidad y la seguridad alimentaria global.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Ocotlán Instituto Tecnológico de Tlajomulco 25 de octubre del 2024	Instituto Tecnológico de Ocotlán Instituto Tecnológico de Tlajomulco	Foro Regional Bajío "Actualización Curricular para la Consolidación de Proyectos Estratégicos TecNM" de la mesa de trabajo Agroindustrial.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Desarrollar estrategias de manejo agronómico que optimicen la ecofisiología, incluyendo el riego, la fertilización y la rotación de cultivos.
Aplicar técnicas de biotecnología para mejorar la resistencia y el rendimiento de cultivos, considerando aspectos ecofisiológicos.
Evaluar el impacto del cambio climático en la agricultura y desarrollar estrategias de adaptación y mitigación que fomenten la resiliencia de los cultivos.
Enfrentar desafíos en el campo de la agricultura, promoviendo un enfoque basado en la ecofisiología que maximice la producción de manera sostenible.

### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"><li>• Conocimientos sobre la evolución y la demanda de productos agrícolas</li><li>• Conocimientos básicos de biología</li><li>• Fundamentos de fisiología vegetal, ecología y medio ambiente</li><li>• Conocimientos sobre ciencias del suelo y manejo agronómico básico</li><li>• Conocimientos sobre estadística y métodos de investigación</li><li>• Habilidades en la comunicación científica</li><li>• Capacidad de pensamiento crítico</li></ul>
---



## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Ecofisiología	1.1 Definición de ecofisiología y su relevancia en la agricultura y la ecología 1.2 Objetivos de la ecofisiología. 1.3 Importancia de la ecofisiología en la agricultura moderna y sostenibilidad
2	Factores ambientales	2.1. Luz. 2.1.1. Calidad de la luz 2.1.2. Intensidad lumínica 2.1.3. Fotoperiodo 2.2. Temperatura. 2.2.1. Efecto de la temperatura en el crecimiento de las plantas. 2.2.2. Estrés térmico. 2.2.3. Ajustes fenológicos. 2.3. Agua. 2.3.1. Disponibilidad hídrica 2.3.2. Estrés hídrico 2.3.3. Riego eficiente 2.4. Nutrientes. 2.4.1. Nutrientes esenciales. 2.4.2. Deficiencia y toxicidad. 2.4.3. Interacción suelo-planta. 2.5. Gas del efecto invernadero. 2.6. Condiciones del suelo 2.7. Condiciones meteorológicas 2.8. Factores bióticos
3	Fisiología Vegetal	3.1. Fotosíntesis y eficiencia fotosintética. 3.2. Respiración y metabolismo del carbono. 3.3. Nutrición mineral y absorción de nutrientes. 3.4. Transporte de agua y regulación hídrica 3.5. Morfogénesis y crecimiento 3.6. Fotoperiodo y control de floración
4	Respuestas de las plantas al estrés	4.1. Tipos de estrés en plantas. 4.2. Estrés hídrico. 4.3. Estrés salino. 4.4. Estrés térmico. 4.5. Estrés lumínico. 4.6. Estrés nutricional. 4.7. Mecanismos antioxidantes y detoxificantes. 4.8. Estrategias de manejo para la mitigación del estrés en cultivos



5	Tendencias futuras en la ecofisiología de cultivos	<ul style="list-style-type: none"><li>5.1. Agricultura de precisión y Tecnología de sensores.</li><li>5.2. Impacto del cambio climático en la ecofisiología de cultivos.</li><li>5.3. Biotecnología y mejora genética para cultivos resistentes.</li><li>5.4. Simulación y modelación del crecimiento de cultivos.</li><li>5.5. Optimización de la eficiencia en el uso de recursos.</li><li>5.6. Ecofisiología y cultivos bajo condiciones controladas.</li><li>5.7. Ecofisiología y conservación de cultivos nativos y tradicionales</li><li>5.8. Digitalización y análisis de big data en ecofisiología</li></ul>
---	--	--

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la ecofisiología	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad para comprender los procesos fisiológicos y ecológicos</li><li>• Capacidad para entender y analizar los mecanismos fisiológicos de las plantas y su interacción con el entorno, permitiendo reconocer cómo los factores abióticos y biológicos afectan el rendimiento de los cultivos.</li></ul> <p><i>Genéricas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis y síntesis</li><li>• Comunicación efectiva</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Resolución de problemas.</li><li>• Pensamiento lógico.</li><li>• Capacidad de autoevaluación.</li><li>• Capacidad para seguir instrucciones.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecturas y discusión de artículos científicos relacionados con la ecofisiología de los cultivos</li><li>• Prácticas en campo para la observación directa del comportamiento de las plantas y su condición.</li><li>• Realizar un mapa conceptual relacionado con la importancia de la ecofisiología en los cultivos</li></ul>



2. Factores ambientales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer y Describir las interacciones planta-ambiente</li><li>• Identificar los factores que intervienen en el desarrollo de las plantas y la respuesta ecofisiológica de estas al ambiente</li></ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pensamiento crítico y resolución de problemas</li><li>• Toma de decisiones</li><li>• Capacidad de investigación.</li><li>• Adaptabilidad al cambio.</li><li>• Habilidad para evaluar situaciones complejas.</li><li>• Colaboración interdisciplinaria.</li><li>• Uso de sensores para medición de factores ambientales.</li></ul>	<p><b>Estudio de caso</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Analizar y planificar estrategias de control de los factores ambientales en invernadero.</li></ul> <p><b>Prácticas en invernadero</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ensayos de riego y estrés hídrico en plantas</li><li>• Análisis de temperatura en el crecimiento y desarrollo de cultivos</li><li>• Experimentación con la salinidad y absorción de nutrientes</li></ul>
3. Fisiología vegetal	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Comprender la importancia del agua en la fisiología de la planta.</li><li>• Conocer los mecanismos de absorción de agua por la planta.</li><li>• Identificar los diferentes tipos de transpiración por la planta.</li></ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Responsabilidad ética y profesional</li><li>• Aprendizaje autónomo</li><li>• Adaptabilidad</li><li>• Capacidad de análisis e interpretación de resultados</li><li>• Sensibilidad ante problemas globales.</li><li>• Uso eficiente de recursos.</li></ul>	<p><b>Prácticas de laboratorio</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• En equipo de trabajos, los estudiantes desarrollarán prácticas de laboratorio sobre la fotosíntesis y la luz</li><li>• En equipos de trabajo, realizarán la observación de estomas en microscopio.</li></ul> <p><b>Prácticas en invernadero</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los estudiantes llevarán a cabo ensayos de riego y estrés hídrico en plantas</li><li>• Reporte de práctica sobre la observación de plantas con estrés hídrico</li></ul>



4. Respuesta de las plantas al estrés	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad para identificar y explicar los mecanismos fisiológicos y bioquímicos que las plantas desarrollan para tolerar o resistir el estrés (ej., cierre estomático, ajuste osmótico, acumulación de antioxidantes).</li><li>• Capacidad de análisis de datos ecofisiológicos críticos en la producción alimentaria.</li><li>• Desarrollar y documentar planes de monitoreo, acciones correctivas y verificación de control.</li></ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica</li><li>• Organización y planificación de ensayos en invernadero</li><li>• Innovación y creatividad</li><li>• Toma de decisiones bajo presión.</li><li>• Habilidad de liderazgo.</li></ul>	<p><b>Práctica de laboratorio</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los estudiantes en equipos de trabajo, deben observar como las plantas regulan su fisiología bajo condiciones de estrés</li><li>• Simulación y estudios de caso de estrés salino en diferentes cultivos</li></ul>
5. Tendencias futuras en la ecofisiología de cultivos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Habilidad para aplicar tecnologías avanzadas, como sensores remotos, modelación computacional y herramientas de edición genética, en el estudio de la ecofisiología y manejo de cultivos.</li><li>• Capacidad para desarrollar y aplicar técnicas de manejo que optimizan el uso de agua, nutrientes, suelo, etc.</li><li>• Capacidad de análisis de datos ecofisiológicos críticos en la producción alimentaria.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los estudiantes en equipos de trabajo, usarán sensores remotos para el monitoreo de cultivos en campo e invernadero</li><li>• Simulación de escenarios climáticos en cámaras de crecimiento</li><li>• Usar modelos de simulación (como AquaCrop o DSSAT) para predecir el rendimiento de los cultivos</li></ul>



- Desarrollar y documentar planes de monitoreo, acciones correctivas y verificación de control.

*Genéricas:*

- Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica
- Organización y planificación de ensayos en invernadero
- Innovación y creatividad en el uso de nuevas tecnologías
- Toma de decisiones bajo presión.
- Habilidad de liderazgo.

## 8. Práctica(s)

### **Medición de la Fotosíntesis y la Conductancia Estomática**

**Medir la tasa de fotosíntesis** en hojas de cultivos bajo diferentes condiciones ambientales.

**Determinar la conductancia estomática** y su relación con la fotosíntesis y la transpiración

### **Uso de Sensores de Humedad del Suelo para el Riego de Precisión**

- **Objetivo:** Determinar la cantidad de agua en el suelo para el uso eficiente del agua de riego
- **Procedimiento:** Colocar sensores de humedad en diferentes profundidades del suelo

### **Medición del Índice de Área Foliar (IAF) y la Biomasa Vegetal**

- **Objetivo:** Evaluar el crecimiento del cultivo y su eficiencia en el uso de la luz.
- **Procedimiento:** Utilizar herramientas como el ceptómetro para medir el índice de área foliar y calcular la biomasa aérea. Esto puede complementarse con métodos destructivos de muestreo.
- **Aprendizaje:** Relacionar el área foliar con

### **Simulación de Estrés por Calor y Medición de la Tolerancia Térmica**

- **Objetivo:** Determinar la respuesta de las plantas a condiciones de calor extremo.
- **Procedimiento:** Expo
- **Aprendizaje:** Comprender la capacidad de adaptación de las plantas al estrés térmico y su importancia para afrontar el cambio climático.

### **Estudio del Crecimiento Radicular y su Relación con la Disponibilidad de Agua**

- **Objetivo:** Evaluar cómo el desarrollo del sistema radicular se adapta a condiciones de estrés hídrico.
- **Procedimiento:** Cultivar plantas en suelo o medios de cultivo
- **Aprendizaje:** Analizar la adaptación del sistema radicular bajo condiciones de escasez de agua, relevante para mejorar el mejor desarrollo radicular



## 9. Proyecto de asignatura

Análisis Ecofisiológico y Estrategias de Manejo para Mejorar el Rendimiento de un Cultivo

### **Objetivo del Proyecto**

El objetivo principal del proyecto es que los estudiantes realicen un análisis detallado de los factores ecofisiológicos que afectan el desarrollo de un cultivo específico. A partir de este análisis, deberán proponer estrategias de manejo y recomendaciones para optimizar el rendimiento y la sostenibilidad de dicho cultivo en condiciones específicas de campo.

### **Descripción del Proyecto**

#### **Selección del Cultivo y Justificación:**

El estudiante deberá seleccionar un cultivo de interés (por ejemplo, maíz, trigo, arroz, soja, tomate, entre otros) y justificar su elección considerando su relevancia económica, social o ambiental en la región de estudio.

#### **Descripción de la Zona de Estudio:**

Analizar las condiciones ambientales de la zona donde se desarrolla el cultivo, incluyendo clima, tipo de suelo, disponibilidad de agua, prácticas de manejo comunes, entre otros aspectos que influyan en el crecimiento del cultivo.

#### **Análisis Ecofisiológico del Cultivo:**

Investigar y documentar los factores ecofisiológicos clave que afectan el desarrollo del cultivo seleccionado. Estos pueden incluir:

Respuesta a la luz y adaptaciones fotosintéticas.

Efectos de la temperatura y el estrés térmico.

Relaciones hídricas y tolerancia a la sequía.

Nutrición mineral y requerimientos de nutrientes.

#### **Resistencia o sensibilidad a plagas y enfermedades.**

Monitoreo y Evaluación del Crecimiento en Campo o en Condiciones Controladas:

Proponer un plan de monitoreo para evaluar el crecimiento y rendimiento del cultivo, ya sea en campo o en condiciones controladas. Esto puede incluir la toma de mediciones de parámetros como tasa fotosintética, contenido de clorofila, altura de las plantas, biomasa, entre otros indicadores de salud del cultivo.

#### **Propuesta de Estrategias de Manejo:**

A partir del análisis ecofisiológico, proponer estrategias de manejo que optimicen el rendimiento del cultivo en la zona de estudio. Las estrategias pueden incluir recomendaciones de riego, fertilización, densidad de siembra, rotación de cultivos, y prácticas de control de plagas y enfermedades.

#### **Análisis de Impacto y Sostenibilidad:**

Evaluar el impacto de las recomendaciones de manejo propuestas sobre el medio ambiente y la sostenibilidad del sistema agrícola. Considerar aspectos como el uso eficiente de recursos, reducción de insumos, impacto en la biodiversidad y beneficios a largo plazo.





### **Conclusiones y Recomendaciones:**

Elaborar una conclusión que resuma los hallazgos y las recomendaciones prácticas basadas en el análisis ecofisiológico, incluyendo posibles limitaciones del estudio y sugerencias para futuros proyectos o investigaciones.

### **Entregables del Proyecto**

#### **Informe Escrito:**

Un documento que incluya todos los aspectos descritos, con análisis detallados, gráficos y tablas de datos recopilados, y una justificación clara de las estrategias de manejo propuestas.

#### **Presentación Oral:**

Una presentación en la que el estudiante exponga sus hallazgos y propuestas de manejo, apoyándose en gráficos, mapas, y otros recursos visuales para comunicar de forma efectiva sus recomendaciones.

## **10. Evaluación por competencias**

- Evaluación
- El proyecto será evaluado considerando:
- La profundidad y precisión del análisis ecofisiológico.
- La relevancia y viabilidad de las estrategias de manejo propuestas.
- La claridad y calidad de la presentación y el informe escrito.
- La capacidad del estudiante para defender sus recomendaciones y responder preguntas sobre su proyecto

## **11. Fuentes de información**

1. Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2021). Plant Physiology and Development (7th ed.). Sinauer Associates.
2. Sadras, V. O., & Calderini, D. F. (2019). Crop Physiology: Applications for Genetic Improvement and Agronomy (2nd ed.). Academic Press.
3. Lambers, H., & Oliveira, R. S. (2019). Plant Physiological Ecology (3rd ed.). Springer.
4. Flexas, J., & Medrano, H. (2019). Drought Stress Physiology of Horticultural Plants. CRC Press.
5. Zhu, J. K., & Hasegawa, P. M. (2022). Salinity Stress and Tolerance in Plants. Springer.
6. Marschner, P. (2017). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd ed.). Academic Press.
7. Monson, R. K. (2022). Ecophysiology of Photosynthesis: Advances in Photosynthesis and Respiration. Springer.
8. Wahid, A., & Close, T. J. (2021). Plant Response to Heat Stress and Applications for Agriculture. Wiley.
9. Yamaguchi-Shinozaki, K., & Shinozaki, K. (2023). Plant Stress Physiology: Applications in Crop Improvement. Elsevier.