



## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Agricultura De Precisión 4.0
<b>Clave de la asignatura:</b>	ATF-2501
<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>
Esta asignatura abarca los conceptos fundamentales de la agricultura de precisión, el uso de tecnologías avanzadas y las herramientas de análisis de datos aplicadas en el sector agrícola.

<b>Intención didáctica</b>
<p>El programa de la asignatura de Agricultura de Precisión 4.0, se organiza en los siguientes 5 temas.</p> <p><b>En la unidad número uno</b>, permitirá entender cómo la tecnología ha transformado el sector agrícola y cómo su aplicación contribuye a un manejo más eficiente, productivo y sostenible de los recursos. Este tema también busca familiarizar a los estudiantes con los objetivos, beneficios y desafíos de esta disciplina, y su relevancia dentro del concepto de Agricultura 4.0, que incluye el uso de datos, tecnología digital e inteligencia artificial en el campo.</p> <p><b>En la unidad número dos</b>, se espera que los estudiantes identifiquen el rol de herramientas como sensores, sistemas de geolocalización, redes de comunicación y dispositivos IoT en la optimización del manejo de los cultivos y la sostenibilidad agrícola. Este conocimiento es esencial para que los estudiantes entiendan cómo estas tecnologías permiten monitorear y gestionar variables ambientales y de cultivo, optimizando el uso de recursos y mejorando la productividad.</p>

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



**En la unidad número tres**, se busca que los estudiantes adquieran conocimientos sobre el uso de imágenes satelitales, drones y herramientas de análisis geoespacial para monitorear y gestionar variables clave de los cultivos, como el estado de salud, la humedad del suelo y el rendimiento de los cultivos. Estos conocimientos permitirán a los estudiantes identificar patrones espaciales y temporales en los cultivos, optimizar la toma de decisiones y promover prácticas agrícolas sostenibles.

**En la unidad número cuatro**, introduce a los estudiantes en el uso de modelos predictivos, análisis de datos y técnicas de machine learning para anticipar comportamientos de cultivos, optimizar el uso de recursos y mejorar la productividad agrícola. Los estudiantes también analizarán cómo la integración de datos en tiempo real puede transformar la gestión agrícola, permitiendo la adaptación rápida a cambios ambientales y del mercado.

**En la unidad número cinco**, Se busca que los estudiantes conozcan los fundamentos de Aplicaciones de la Inteligencia Artificial (IA) y Machine Learning (ML), así como sus aplicaciones para la predicción de rendimiento, la detección de enfermedades y el manejo de recursos en la agricultura de precisión. A través de este tema, los estudiantes desarrollarán una visión crítica sobre el papel de la IA y ML en la mejora de la productividad, la sostenibilidad y la eficiencia en el manejo de cultivos.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Tlajomulco  28 de octubre del 2024	Academia	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
<ul style="list-style-type: none"><li>Desarrollar la habilidad de integrar tecnologías avanzadas, como sensores, drones, sistemas de información geográfica (SIG) y herramientas de machine learning los recursos y mejorar la eficiencia en el manejo de cultivos.</li><li>Desarrollar la capacidad de recolectar, interpretar y analizar datos provenientes de diversas fuentes tecnológicas (sensores, imágenes satelitales, datos meteorológicos) para la toma de decisiones informadas en la gestión agrícola.</li></ul>



- Ser capaz de planificar y aplicar estrategias de agricultura de precisión basadas en datos, considerando aspectos ambientales, económicos y de sostenibilidad, para optimizar
- Desarrollar una comprensión ética del impacto de la tecnología en la agricultura, incluyendo temas de sostenibilidad, responsabilidad social y sus implicaciones en el empleo y las comunidades agrícolas.

## 5. Competencias previas

- Bases de la Agricultura y Necesidades del Campo:
- Conocimientos de Tecnología y Sistemas de Información
- Habilidades Básicas de Análisis de Datos
- Conocimientos en Ciencias Naturales (Química y Biología)
- Bases de Matemáticas y Estadística Aplicada

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Agricultura de Precisión.	1.1. Definición y objetivos de la agricultura de precisión. 1.2. Evolución y fases de la agricultura: de la agricultura 1.0 a la agricultura 4.0. 1.3. Importancia y beneficios de la agricultura de precisión en el contexto actual.
2	Fundamentos Tecnológicos en Agricultura de Precisión	2.1. Sensores y su uso en el monitoreo agrícola (sensores de suelo, clima y plantas). 2.2. Drones y vehículos autónomos: usos en monitoreo y recolección de datos. 2.3. GPS y sistemas de geolocalización para la agricultura. 2.4. Redes de comunicación: IoT (Internet de las cosas) en la agricultura.
3	Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG)	3.1. Conceptos básicos de teledetección y sus aplicaciones en agricultura.. 3.2. Uso de imágenes satelitales y aéreas para monitoreo de cultivos. 3.3. Análisis espacial y mapeo de variabilidad de cultivos.



4	Agricultura Basada en Datos y Modelos de Predicción	<p>4.1. Introducción al Big Data y su importancia en el sector agrícola.</p> <p>4.2. Herramientas de análisis y plataformas de gestión de datos.</p> <p>4.3. Técnicas de modelado de cultivos: modelos de crecimiento y rendimiento.</p> <p>4.4. Técnicas de análisis predictivo y toma de decisiones basadas en datos.</p> <p>4.5. Herramientas de simulación en agricultura de precisión.</p>
5	Aplicaciones de la Inteligencia Artificial y Machine Learning	<p>5.1. Aplicación de inteligencia artificial en detección de plagas y enfermedades.</p> <p>5.2. Modelos de machine learning en predicción de rendimientos.</p> <p>5.3. Algoritmos de clasificación y segmentación para análisis de imágenes.</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la Agricultura de Precisión	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Definir el concepto y la evolución de la agricultura de precisión.</li><li>Reconocer las principales tecnologías y herramientas que componen la Agricultura 4.0.</li><li>Identificar los beneficios y desafíos de implementar agricultura de precisión en distintos contextos.</li></ul> <p><b>Genérica(s):</b></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><li>Gestión del tiempo.</li></ul>	<p><b>Lectura y análisis de textos</b> Descripción: Los estudiantes leerán artículos académicos y textos seleccionados sobre los conceptos básicos y la historia de la agricultura de precisión.</p> <p><b>Mapa conceptual</b> Descripción: Crear un mapa conceptual que muestre la evolución de la agricultura desde su forma tradicional hasta la Agricultura 4.0, destacando las tecnologías clave de cada fase.</p> <p><b>Análisis de estudios de caso</b> Descripción: Analizar casos de implementación de agricultura de precisión en distintos países y sectores.</p> <p><b>Investigación sobre tecnologías emergentes</b> Descripción: Investigación en equipo sobre una tecnología específica (drones, sensores de suelo, software de gestión de datos) y su aplicación en la agricultura de precisión.</p>



2. Tecnológicos en Agricultura de Precisión	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Explicar el funcionamiento y aplicaciones de los sensores en el monitoreo agrícola.</li><li>• Describir el papel del GPS y sistemas de geolocalización en la agricultura de precisión.</li><li>• Comprender la importancia de las redes de comunicación y el Internet de las Cosas (IoT) en el ámbito agrícola.</li><li>• Identificar los beneficios y limitaciones de estas tecnologías en la gestión de cultivos.</li></ul> <p><b>Genérica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pensamiento crítico y resolución de problemas</li><li>• Gestión de la información</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>• Aplicación de nuevas tecnologías.</li></ul>	<p><b>Investigación sobre Sensores en Agricultura</b> Descripción: Los estudiantes realizarán una investigación sobre los distintos tipos de sensores utilizados en agricultura (sensores de suelo)</p> <p><b>Taller de GPS y Geolocalización</b> Descripción: Se realizará un taller práctico para que los estudiantes comprendan el uso del GPS en aplicaciones agrícolas, como la delimitación de áreas de cultivo y el seguimiento de maquinaria.</p> <p><b>Análisis de Caso de IoT en Agricultura</b> Descripción: Los estudiantes analizarán un estudio de caso sobre la implementación de dispositivos IoT en una empresa agrícola, evaluando sus beneficios, limitaciones y desafíos.</p>
3. Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Explicar los conceptos básicos y la importancia de la teledetección y los SIG en el monitoreo agrícola.</li><li>• Identificar y analizar las aplicaciones de imágenes satelitales y aéreas en el seguimiento de cultivos.</li><li>• Aprender a interpretar y procesar datos geoespaciales para la toma de decisiones agrícolas.</li></ul>	<p><b>Taller de Imágenes Satelitales y Aéreas en Agricultura</b> Descripción: Taller práctico en el que los estudiantes exploran el uso de imágenes satelitales para el monitoreo de cultivos y la detección de estrés en plantas</p> <p><b>Análisis de Caso: Uso de SIG en la Gestión Agrícola</b> Descripción: Análisis de un caso de estudio donde se utilicen herramientas SIG para la gestión agrícola en diferentes escenarios, como el manejo de agua o la detección de enfermedades.</p>



<b>Genéricas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizaje autónomo</li> <li>• Adaptabilidad</li> <li>• Organización y planificación</li> <li>• Ética profesional en la toma de decisiones.</li> <li>• Uso eficiente de recursos.</li> </ul>	<b>Creación de Mapas de Variabilidad de Cultivos</b> Descripción: Los estudiantes crearán mapas de variabilidad de cultivos usando datos de SIG, identificando áreas de mayor y menor rendimiento en una parcela.
<b>4. Agricultura Basada en Datos y Modelos de Predicción</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica(s):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender los principios básicos de la recolección y análisis de datos en la agricultura.</li> <li>• Describir el papel de los modelos predictivos en la optimización de los recursos agrícolas.</li> <li>• Aplicar técnicas básicas de modelado predictivo para anticipar resultados y optimizar la toma de decisiones en un contexto agrícola.</li> <li>• Identificar el impacto de la agricultura basada en datos en la eficiencia y sostenibilidad del sector agrícola..</li> </ul> <b>Genéricas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica</li> <li>• Organización y planificación</li> <li>• Innovación y creatividad</li> <li>• Toma de decisiones bajo presión.</li> <li>• Planificación estratégica.</li> <li>• Capacidad para prevenir riesgos.</li> </ul>	<b>Introducción al Análisis de Datos en Agricultura</b> Descripción: Lectura guiada y discusión sobre los fundamentos del análisis de datos y sus aplicaciones en la agricultura, enfocándose en cómo se recolectan, almacenan y analizan los datos de campo. <b>Taller de Modelos de Predicción</b> Descripción: Taller práctico donde los estudiantes aprenderán a utilizar una herramienta básica de modelado predictivo (como Excel, Python o R) para analizar y predecir comportamientos de cultivos basados en datos históricos. <b>Análisis de Caso: Uso de Modelos Predictivos en el Manejo de Cultivos</b> Descripción: Análisis de un caso práctico en el que se empleen modelos de predicción para gestionar el uso de agua, fertilizantes o pesticidas en una explotación agrícola
<b>5. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial y Machine Learning</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica(s):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender los conceptos básicos de inteligencia artificial y machine learning, y su relación con el manejo de datos agrícolas.</li> <li>• Explorar las aplicaciones prácticas de IA y ML en la agricultura, como la predicción de rendimiento y la detección de enfermedades en cultivos.</li> </ul>	<b>Lectura y Análisis de Fundamentos de IA y ML en Agricultura</b> Descripción: Lectura guiada de artículos que explican los conceptos básicos de IA y ML, así como su papel en el análisis de datos para el sector agrícola. <b>Taller de Predicción de Rendimiento de Cultivos usando Machine Learning</b> Descripción: Los estudiantes desarrollarán un modelo básico de predicción de rendimiento de cultivos con datos agrícolas (como humedad, temperatura y características del suelo) utilizando un



<ul style="list-style-type: none"><li>Identificar los beneficios y desafíos de implementar IA y ML en diferentes contextos agrícolas.</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</li><li>Innovación y creatividad</li><li>Toma de decisiones bajo presión.</li><li>Planificación estratégica.</li></ul>	<p>software de ML como Python y sus bibliotecas (scikit-learn)</p> <p><b>Análisis de Caso: Detección de Enfermedades en Cultivos con Visión Artificial</b></p> <p>Descripción: Análisis de un estudio de caso que utilice técnicas de visión por computadora y aprendizaje profundo para detectar enfermedades en cultivos mediante imágenes.</p> <p><b>Debate sobre Ética y Desafíos en la Implementación de IA en Agricultura</b></p> <p>Descripción: Debate en clase sobre los aspectos éticos, sociales y ambientales de la adopción de IA en la agricultura, incluyendo el acceso a tecnología y los posibles efectos sobre el empleo agrícola.</p>
--	--

## 8. Práctica(s)

<p><b>1. Práctica de Monitoreo con Sensores de Suelo y Clima</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>Objetivo:</b> Familiarizarse con el uso de sensores de suelo y clima para recolectar datos en tiempo real, comprender la importancia de estas variables y analizar cómo afectan el rendimiento de los cultivos.</li><li><b>Actividades:</b><ul style="list-style-type: none"><li>Instalar sensores de humedad, temperatura y salinidad en diferentes parcelas.</li><li>Recoger y analizar los datos de suelo y clima recolectados durante un período de tiempo.</li><li>Realizar ajustes en la gestión de riego y fertilización en función de los datos obtenidos.</li></ul></li></ul> <p><b>2. Uso de Imágenes Satelitales y Drones para Monitoreo de Cultivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>Objetivo:</b> Aprender a utilizar imágenes satelitales y drones para identificar la variabilidad en los cultivos y detectar problemas, como estrés hídrico, enfermedades o deficiencias de nutrientes.</li><li><b>Actividades:</b><ul style="list-style-type: none"><li>Programar vuelos de drones sobre áreas de cultivo y capturar imágenes multiespectrales.</li><li>Descargar imágenes satelitales de fuentes públicas (como Sentinel o Landsat) y procesarlas en software de SIG.</li><li>Analizar las imágenes para identificar patrones de crecimiento, densidad de vegetación y áreas con problemas.</li></ul></li></ul>
---





### 3. Análisis de Datos con Software de Agricultura de Precisión

- **Objetivo:** Desarrollar habilidades en el uso de software de análisis de datos agrícolas para integrar información proveniente de sensores, drones y SIG.
- **Actividades:**
  - Cargar y procesar datos de campo en plataformas como QGIS o software especializado en agricultura de precisión.
  - Realizar un análisis geoespacial para comprender la distribución de variables clave en el terreno (ej., humedad, nutrientes, temperatura).
  - Generar mapas de zonas de manejo y recomendaciones específicas para cada área.

### 4. Modelado Predictivo de Rendimiento de Cultivos con Machine Learning

- **Objetivo:** Introducir el uso de machine learning para modelar y predecir el rendimiento de cultivos en función de datos históricos y actuales de clima, suelo y manejo de cultivos.
- **Actividades:**
  - Recolectar y organizar datos históricos de rendimiento de cultivos y variables ambientales.
  - Usar una herramienta de machine learning (ej., scikit-learn en Python) para construir y entrenar un modelo predictivo.
  - Evaluar el modelo y realizar predicciones sobre el rendimiento de futuros cultivos en función de los datos actuales

### 5. Práctica de Detección de Enfermedades con Visión Artificial

- **Objetivo:** Utilizar visión artificial para identificar enfermedades en cultivos, usando imágenes de alta resolución y técnicas de análisis de imágenes.
- **Actividades:**
  - Capturar imágenes de hojas o frutos en un estado de salud específico con una cámara de alta resolución o dron.
  - Procesar y analizar las imágenes con software de visión artificial para identificar signos de enfermedades, como cambios en color, textura o patrones.
  - Validar los resultados con inspecciones de campo y realizar un diagnóstico basado en los hallazgos.

## 9. Proyecto de asignatura

Diseño e Implementación de un Sistema de Agricultura de Precisión para la Optimización de Recursos en un Cultivo Específico

Descripción del Proyecto:

Este proyecto tiene como objetivo que los estudiantes diseñen y simulen un sistema de agricultura de precisión en un cultivo específico (maíz, trigo, soya u otro de relevancia local). El sistema propuesto debe integrar tecnologías de Agricultura 4.0, como sensores de suelo, imágenes satelitales o drones, sistemas de información geográfica (SIG), inteligencia artificial y análisis de datos. A través de esta implementación, los estudiantes deberán demostrar cómo su sistema optimiza el uso de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas, mejorando la productividad y promoviendo la sostenibilidad.





## **Etapas del Proyecto**

### **1. Selección del Cultivo y Análisis Inicial**

- Selección de un cultivo específico y una parcela de estudio (puede ser simulada).
- Revisión de las características del cultivo y de los desafíos agrícolas específicos que presenta.
- Elaboración de un informe inicial sobre las necesidades y el contexto de producción del cultivo elegido.

### **2. Diseño del Sistema de Agricultura de Precisión**

- Selección de tecnologías que se integrarán en el sistema: sensores de suelo, estaciones meteorológicas, imágenes satelitales, etc.
- Justificación de cada tecnología seleccionada, explicando cómo contribuirá a la optimización del cultivo.
- Creación de un diagrama del sistema que muestre las interrelaciones entre las tecnologías y el flujo de datos.

### **3. Recopilación y Análisis de Datos**

- Simulación o recolección de datos en tiempo real de sensores (niveles de humedad, temperatura, nutrientes del suelo, etc.).
- Análisis de datos usando software como Python, R o QGIS para la interpretación y visualización de datos.
- Identificación de patrones y tendencias en el crecimiento y estado del cultivo.

### **4. Implementación de Modelos Predictivos**

- Desarrollo de un modelo predictivo (puede ser básico) utilizando técnicas de machine learning para pronosticar el rendimiento del cultivo o la aparición de enfermedades.
- Integración de los datos recolectados en el modelo para mejorar la precisión en la toma de decisiones.

### **5. Evaluación de la Sostenibilidad y Rentabilidad**

- Análisis del impacto económico de la implementación de este sistema (costos de tecnología, ahorro en insumos).
- Evaluación de los beneficios ambientales, como la reducción en el uso de pesticidas y fertilizantes.
- Reflexión sobre las implicaciones éticas y sociales de la tecnología en el campo.

### **6. Presentación Final y Recomendaciones**

- Elaboración de una presentación final donde se exponga el sistema propuesto, los resultados obtenidos y las recomendaciones.
- Redacción de un informe que incluya: introducción, metodología, resultados, análisis de impacto y conclusiones.
- Propuestas de mejora o extensión del sistema en función de los resultados obtenidos y de su aplicabilidad a otros cultivos o contextos.



## 10. Evaluación por competencias

### **Calidad del Diseño del Sistema - 25%**

- Creatividad, relevancia y claridad en la selección de tecnologías.

### **Análisis de Datos y Modelo Predictivo - 25%**

- Precisión y profundidad en la recopilación, análisis e interpretación de datos.

### **Evaluación Económica y Sostenibilidad - 20%**

- Justificación del impacto económico y ambiental del sistema.

### **Informe Final y Presentación - 20%**

- Calidad del informe y presentación, claridad y coherencia en la exposición de resultados.

### **Reflexión Ética y Sostenible - 10%**

- Consideración de aspectos éticos, sociales y sostenibles en la propuesta.

## 11. Fuentes de información

1. Abioye, E. A., Abidin, M. S. Z., & Mahmud, M. S. (2022). Artificial intelligence in agriculture: A comprehensive review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 193, 106694.
2. Cisternas, I., Peña, J. M., Torres-Sánchez, J., & López-Granados, F. (2020). Applications of UAVs in Precision Agriculture: The use of drones in crop monitoring. *Remote Sensing*, 12(16), 2639.
3. Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2019). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828-831.
4. Gutiérrez, P. A., & Gómez, I. (2020). Applications of satellite remote sensing for drought monitoring and crop yield prediction in agriculture: A review. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 17, 100264.
5. Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23-37.
6. Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine learning in agriculture: A review. *Sensors*, 18(8), 2674.
7. Pierpaoli, E., Carli, G., Pignatti, E., & Canavari, M. (2020). Drivers of precision agriculture technologies adoption: A literature review. *Agricultural Systems*, 153, 85-94.
8. Shamshiri, R. R., Weltzien, C., Hameed, I. A., Yule, I. J., Grift, T. E., Balasundram, S. K., & Pitonakova, L. (2021). Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14(1), 1-15.
9. Tsouros, D. C., Bibi, S., & Sarigiannidis, P. (2019). A review on UAV-based applications for precision agriculture. *Information*, 10(11), 349.
10. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2020). Big Data in smart farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
11. Xue, J., & Su, B. (2017). Significant remote sensing vegetation indices: A review of developments and applications. *Journal of Sensors*, 2017.
12. Zarco-Tejada, P. J., Hubbard, N., & Loudjani, P. (2018). Precision agriculture: An opportunity for EU farmers–potential support with the CAP post-2020. European Parliament, Directorate General for Internal Policies.
13. Software de análisis de datos: QGIS, ArcGIS, Google Earth Engine.
14. Software de machine learning: Python (scikit-learn), TensorFlow.
15. Software de visión artificial: OpenCV, Deep Learning frameworks (como Keras).