



1. Datos Generales de la asignatura

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre de la asignatura: | Agricultura De Precisión 4.0 |
| Clave de la asignatura: | ATF-2501 |
| SATCA¹: | 3-2-5 |
| Carreras: | Ingeniería en Agronomía, Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable |

2. Presentación

| |
|---|
| Caracterización de la asignatura |
| 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. |

| |
|--|
| Intención didáctica |
| El programa de la asignatura de Agricultura de Precisión 4.0, se organiza en los siguientes 5 temas. |
| En la unidad número uno , 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. |
| En la unidad número dos , 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. |

¹ 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"> 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. 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. |



- 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>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir el concepto y la evolución de la agricultura de precisión. Reconocer las principales tecnologías y herramientas que componen la Agricultura 4.0. Identificar los beneficios y desafíos de implementar agricultura de precisión en distintos contextos. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis y síntesis Comunicación efectiva Trabajo en equipo Resolución de problemas. Pensamiento lógico. Capacidad de autoevaluación. Capacidad para seguir instrucciones. Gestión del tiempo. | <p>Lectura y análisis de textos Descripción: Los estudiantes leerán artículos académicos y textos seleccionados sobre los conceptos básicos y la historia de la agricultura de precisión.</p> <p>Mapa conceptual 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>Análisis de estudios de caso Descripción: Analizar casos de implementación de agricultura de precisión en distintos países y sectores.</p> <p>Investigación sobre tecnologías emergentes 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>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar el funcionamiento y aplicaciones de los sensores en el monitoreo agrícola. • Describir el papel del GPS y sistemas de geolocalización en la agricultura de precisión. • Comprender la importancia de las redes de comunicación y el Internet de las Cosas (IoT) en el ámbito agrícola. • Identificar los beneficios y limitaciones de estas tecnologías en la gestión de cultivos. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento crítico y resolución de problemas • Gestión de la información • Toma de decisiones • Capacidad de investigación. • Adaptabilidad al cambio. • Habilidad para evaluar situaciones complejas. • Colaboración interdisciplinaria. • Aplicación de nuevas tecnologías. | <p>Investigación sobre Sensores en Agricultura Descripción: Los estudiantes realizarán una investigación sobre los distintos tipos de sensores utilizados en agricultura (sensores de suelo)</p> <p>Taller de GPS y Geolocalización 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>Análisis de Caso de IoT en Agricultura 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>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar los conceptos básicos y la importancia de la teledetección y los SIG en el monitoreo agrícola. • Identificar y analizar las aplicaciones de imágenes satelitales y aéreas en el seguimiento de cultivos. • Aprender a interpretar y procesar datos geoespaciales para la toma de decisiones agrícolas. | <p>Taller de Imágenes Satelitales y Aéreas en Agricultura 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>Análisis de Caso: Uso de SIG en la Gestión Agrícola 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> |



| | |
|---|---|
| <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje autónomo • Adaptabilidad • Organización y planificación • Ética profesional en la toma de decisiones. • Uso eficiente de recursos. | <p>Creación de Mapas de Variabilidad de Cultivos Descripción: Los estudiantes crearán mapas de variabilidad de cultivos usando datos de SIG, identificando áreas de mayor y menor rendimiento en una parcela.</p> |
| 4. Agricultura Basada en Datos y Modelos de Predicción | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender los principios básicos de la recolección y análisis de datos en la agricultura. • Describir el papel de los modelos predictivos en la optimización de los recursos agrícolas. • Aplicar técnicas básicas de modelado predictivo para anticipar resultados y optimizar la toma de decisiones en un contexto agrícola. • Identificar el impacto de la agricultura basada en datos en la eficiencia y sostenibilidad del sector agrícola.. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica • Organización y planificación • Innovación y creatividad • Toma de decisiones bajo presión. • Planificación estratégica. • Capacidad para prevenir riesgos. | <p>Introducción al Análisis de Datos en Agricultura 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.</p> <p>Taller de Modelos de Predicción 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.</p> <p>Análisis de Caso: Uso de Modelos Predictivos en el Manejo de Cultivos 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</p> |
| 5. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial y Machine Learning | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entender los conceptos básicos de inteligencia artificial y machine learning, y su relación con el manejo de datos agrícolas. • Explorar las aplicaciones prácticas de IA y ML en la agricultura, como la predicción de rendimiento y la detección de enfermedades en cultivos. | <p>Lectura y Análisis de Fundamentos de IA y ML en Agricultura 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.</p> <p>Taller de Predicción de Rendimiento de Cultivos usando Machine Learning 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</p> |



| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Identificar los beneficios y desafíos de implementar IA y ML en diferentes contextos agrícolas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica Organización y planificación Innovación y creatividad Toma de decisiones bajo presión. Planificación estratégica. | <p>software de ML como Python y sus bibliotecas (scikit-learn)</p> <p>Análisis de Caso: Detección de Enfermedades en Cultivos con Visión Artificial 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>Debate sobre Ética y Desafíos en la Implementación de IA en Agricultura 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>1. Práctica de Monitoreo con Sensores de Suelo y Clima</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo: 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. Actividades: <ul style="list-style-type: none"> Instalar sensores de humedad, temperatura y salinidad en diferentes parcelas. Recoger y analizar los datos de suelo y clima recolectados durante un período de tiempo. Realizar ajustes en la gestión de riego y fertilización en función de los datos obtenidos. <p>2. Uso de Imágenes Satelitales y Drones para Monitoreo de Cultivos</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo: 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. Actividades: <ul style="list-style-type: none"> Programar vuelos de drones sobre áreas de cultivo y capturar imágenes multiespectrales. Descargar imágenes satelitales de fuentes públicas (como Sentinel o Landsat) y procesarlas en software de SIG. Analizar las imágenes para identificar patrones de crecimiento, densidad de vegetación y áreas con problemas. |
|---|



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).