



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Fotogrametría Con Drones Aplicada A La Agricultura
Clave de la asignatura:	ATF-2502
SATCA¹:	3-2-5
Carreras:	Ingeniería en Agronomía, Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
Esta asignatura combina conocimientos de topografía, tecnología de drones y procesamiento de imágenes para ofrecer una perspectiva única y precisa del terreno, ayudando a los estudiantes a optimizar sus procesos y decisiones.

Intención didáctica
<p>El programa de la asignatura de Fotogrametría Con Drones Aplicada a la Agricultura, se organiza en los siguientes 5 temas.</p> <p>En la unidad número uno, Introducir a los estudiantes en una comprensión sólida de los conceptos fundamentales de la fotogrametría y su relevancia en diversas aplicaciones, especialmente en la agricultura de precisión</p> <p>En la unidad número dos, desarrollar un entendimiento integral sobre los tipos de drones, sensores y cámaras utilizados en fotogrametría, las normativas de operación y los criterios técnicos necesarios para capturar datos de calidad.</p> <p>En la unidad número tres, los estudiantes comprendan cómo planificar vuelos con drones considerando factores como el tipo de cultivo, el terreno, la época del año, y las condiciones climáticas, así como los parámetros técnicos necesarios para obtener resultados de alta calidad en la agricultura.</p> <p>En la unidad número cuatro, profundizar en los aspectos prácticos de captura y procesamiento, incluyendo la corrección de imágenes, la georreferenciación y la creación de productos fotogramétricos útiles en la agricultura, como ortomosaicos y modelos digitales de elevación.</p> <p>En la unidad número cinco, permite que los estudiantes comprendan cómo analizar imágenes multiespectrales y térmicas, extraer información clave sobre la condición de los cultivos y generar mapas de vegetación útiles para la toma de decisiones en la agricultura de precisión.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



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 habilidades técnicas para operar drones y capturar imágenes de alta calidad.• Aplicar técnicas fotogramétricas en la interpretación de datos en función de objetivos agrícolas.• Implementar análisis avanzados para optimizar el rendimiento y la salud de los cultivos.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none">• Bases de la Agricultura y Necesidades del Campo:• Conceptos de Geografía y Sistemas de Información Geográfica (SIG)• Competencias en el Manejo Básico de Drones• Habilidades Informáticas y Manejo de Software de Análisis• Capacidades de Análisis y Resolución de Problemas



6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Fotogrametría.	<ul style="list-style-type: none">1.1. Definición y principios básicos de la fotogrametría.<ul style="list-style-type: none">1.1.1. Explicación del concepto y evolución histórica desde la fotografía aérea hasta la fotogrametría digital1.1.2. Principales aplicaciones y propósitos de la fotogrametría en distintos campos (cartografía, arqueología, geología, arquitectura).1.2. Historia y evolución de la fotogrametría.<ul style="list-style-type: none">1.2.1. Orígenes de la fotogrametría1.2.2. Antecedentes históricos en la cartografía y topografía1.2.3. Primeras aplicaciones en la ingeniería civil y militar1.3. Tipos de fotogrametría: terrestre, aérea y con drones.<ul style="list-style-type: none">1.3.1. Fotogrametría aérea para cartografía y creación de mapas topográficos1.3.2. Aparición de las primeras cámaras fotogramétricas aéreas y desarrollo de sistemas de navegación1.4. Fotogrametría digital y sus aplicaciones en el sector agrícola<ul style="list-style-type: none">1.4.1. Digitalización de imágenes y procesos de análisis automatizados1.4.2. Creación de modelos digitales de elevación (MDE)1.4.3. Drones y cámaras multispectrales para análisis agrícola1.4.4. Comparación de softwares de fotogrametría (Pix4D, Agisoft, DroneDeploy).1.4.5. Requerimientos técnicos y precisión de los equipos para aplicaciones agrícolas



2	Tecnología de Drones y Equipos Fotogramétricos	<ul style="list-style-type: none">2.1. Tipos de Drones Utilizados en Agricultura<ul style="list-style-type: none">2.1.1. Características de drones multirrotor y de ala fija2.1.2. Selección del tipo de dron en función de la aplicación agrícola2.2. Sensores y Cámaras para Fotogrametría.<ul style="list-style-type: none">2.2.1. Sensores RGB, infrarrojo, multiespectral y térmico.2.2.2. Aplicación y beneficios de cada tipo de sensor en la agricultura.2.3. Manejo y Seguridad en el Uso de Drones Agrícolas.<ul style="list-style-type: none">2.3.1. Normativas y regulaciones locales e internacionales.2.3.2. Seguridad en operaciones de vuelo agrícola.
3	Planificación de Vuelos Fotogramétricos para Agricultura	<ul style="list-style-type: none">3.1. Planificación de Vuelos<ul style="list-style-type: none">3.1.1. Determinación del área de vuelo y puntos de referencia3.1.2. Altura de vuelo, solapamiento y velocidad3.2. Software de Planificación de Vuelo.<ul style="list-style-type: none">3.2.1. Software más común (DroneDeploy, Pix4D, etc.).3.2.2. Ajustes y configuraciones según las necesidades de cada cultivo.3.3. Factores Ambientales y Estacionalidad.<ul style="list-style-type: none">3.3.1. Influencia de la meteorología y la época del año en la toma de datos.3.3.2. Horarios y condiciones óptimas para vuelos.
4	Captura y Procesamiento de Imágenes Fotogramétricas	<ul style="list-style-type: none">4.1. Captura de Imágenes Aéreas.<ul style="list-style-type: none">4.1.1. Estrategias para una captura eficiente4.1.2. Errores comunes y cómo evitarlos4.2. Software de Procesamiento de Imágenes.<ul style="list-style-type: none">4.2.1. Introducción a software como Pix4D, Agisoft, y QGIS4.2.2. Creación de ortomosaicos, modelos digitales de elevación y nubes de puntos4.3. Corrección y Georreferenciación de Imágenes<ul style="list-style-type: none">4.3.1. Rectificación y corrección geométrica4.3.2. Creación de mapas ortorrectificados



5	Análisis de Imágenes y Generación de Mapas de Vegetación	<p>5.1. Análisis de Índices de Vegetación.</p> <p>5.1.1. Cálculo de NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada).</p> <p>5.1.2. Otros índices de vegetación (GNDVI, EVI, SAVI).</p> <p>5.2. Mapas de Salud Vegetal.</p> <p>5.2.1. Generación e interpretación de mapas de salud</p> <p>5.2.2. Detección de problemas de estrés hídrico y nutricional</p> <p>5.3. Mapas de Densidad y Planificación de Recursos.</p> <p>5.3.1. Mapas de densidad de cultivo y análisis de rendimiento</p> <p>5.3.2. Estrategias para riego y fertilización basada en datos</p>
---	--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la Fotogrametría	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">Familiarizarse con los términos técnicos como ortofotos, modelos digitales de elevación (DEM) y mosaicos.Identificar la importancia de la fotogrametría en la agricultura de precisión.Analizar cómo el uso de imágenes fotogramétricas ayuda a optimizar el monitoreo de cultivos, la gestión del riego y el uso de fertilizantes.Fomentar la capacidad de analizar y evaluar los beneficios y limitaciones de la fotogrametría.	<ul style="list-style-type: none">Sesiones teóricas para la explicación de conceptos fundamentales y tecnologías asociadas.Ejemplos visuales y análisis de casos en agricultura que ilustren el uso práctico de la fotogrametría.Discusión de estudios de caso en los que se evalúe la fotogrametría aplicada a distintos tipos de cultivos.Tareas de investigación para que los estudiantes profundicen en los usos de la fotogrametría en diferentes contextos agrícolas y exploren herramientas y recursos.



Genéricas: <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.	
2. Tecnología de Drones y Equipos Fotogramétricos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none">• Evaluar qué tipo de dron y sensor es más adecuado para diferentes tipos de terrenos y necesidades agrícolas.• Entender los principios de funcionamiento de cada sensor y sus aplicaciones en la recolección de datos fotogramétricos.• Capacitar a los estudiantes en el manejo de drones y sensores específicos para la captura de imágenes aéreas de alta precisión. Genéricas: <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.	<ul style="list-style-type: none">• Clases teóricas para explicar los conceptos fundamentales de los drones y los sensores.• Demostraciones prácticas de los diferentes tipos de drones y sensores, incluyendo análisis comparativo de resultados.• Estudios de caso en los que se evalúe el uso de equipos fotogramétricos en la agricultura.• Talleres de vuelo simulado y planificación de misiones donde los estudiantes puedan aplicar la normativa de seguridad y de operación



3. Planificación de Vuelos Fotogramétricos para Agricultura	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Enseñar los principios básicos para planificar misiones de vuelo orientadas a la captura de datos fotogramétricos.• Evaluar la importancia de los parámetros de vuelo como altura, solapamiento y área de cobertura en función del tipo de cultivo.• Promover el conocimiento de las normativas legales y de seguridad en la operación de drones para evitar riesgos. <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.	<ul style="list-style-type: none">• Clases teóricas y prácticas que cubran los principios básicos y avanzados de la planificación de vuelos.• Uso de simuladores de vuelo y software de planificación de misiones para realizar prácticas controladas.• Análisis de estudios de caso en la agricultura de precisión, con ejemplos de planificación de vuelos en diferentes tipos de cultivos.• Talleres de resolución de problemas en los que se simulen desafíos reales de planificación en función de las condiciones de campo y los objetivos de captura.

4. Captura y Procesamiento de Imágenes Fotogramétricas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Instruir sobre las técnicas y parámetros básicos para capturar imágenes fotogramétricas de alta calidad en el contexto agrícola.• Capacitar en el uso de software de procesamiento como Pix4D, Agisoft Metashape y otros programas especializados.• Enseñar a los estudiantes a georreferenciar imágenes, integrando datos de GPS y puntos de control en tierra (GCPs) para mayor precisión.	<ul style="list-style-type: none">• Demostraciones prácticas de captura de imágenes con drones y configuración de sensores.• Laboratorios de procesamiento de imágenes donde los estudiantes puedan utilizar software específico para el tratamiento de imágenes fotogramétricas.• Análisis de estudios de caso en agricultura de precisión, con ejemplos de cómo los productos fotogramétricos mejoran la gestión de cultivos.• Proyectos prácticos donde los estudiantes realicen vuelos, captura y procesamiento de datos en un entorno agrícola simulado o real.



<ul style="list-style-type: none">Desarrollar competencias en el análisis de imágenes procesadas para la agricultura, como la identificación de patrones de salud vegetal y variabilidad de cultivos. <p><i>Genéricas:</i></p> <ul style="list-style-type: none">Capacidad para aplicar conocimientos en la prácticaOrganización y planificaciónInnovación y creatividadToma de decisiones bajo presión.Planificación estratégica.Capacidad para prevenir riesgos.	
5. Análisis de Imágenes y Generación de Mapas de Vegetación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">Introducir conceptos como NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) y otros índices de vegetación, explicando cómo estos reflejan la salud y el vigor de los cultivos.Examinar las ventajas y limitaciones de los diferentes índices para aplicaciones agrícolas.Instruir sobre cómo procesar imágenes capturadas con sensores multiespectrales y térmicos para extraer datos de vegetación.Instruir en la creación de mapas de vegetación y su utilidad en la toma de decisiones en campo.	<ul style="list-style-type: none">Clases teóricas sobre índices de vegetación y su cálculo a partir de imágenes multiespectrales.Prácticas de laboratorio con software como QGIS, Pix4D y Agisoft Metashape para el análisis y la generación de mapas.Estudios de caso en agricultura de precisión, con ejemplos de cómo los mapas de vegetación contribuyen a mejorar la gestión de los cultivos.Proyectos prácticos en los que los estudiantes apliquen sus conocimientos para crear mapas de vegetación y presenten un análisis de su interpretación.



Genéricas:

- Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica
- Organización y planificación
- Innovación y creatividad
- Toma de decisiones bajo presión.
- Planificación estratégica.
- Capacidad para prevenir riesgos

8. Práctica(s)

Práctica 1: Operación Básica de Drones y Simulaciones

Los estudiantes practicarán el despegue, aterrizaje y maniobras básicas de vuelo en un entorno seguro, utilizando tanto simuladores como drones en campo

Práctica 2: Inspección y Mantenimiento de Drones

Se enseñará a los estudiantes a realizar una inspección de pre-vuelo y mantenimiento de rutina, asegurando el correcto funcionamiento de la aeronave y sus sensores antes de cada misión.

Práctica 3: Planificación de Vuelos para Cobertura Completa de Terrenos Agrícolas

Los estudiantes aprenderán a utilizar software de planificación de vuelos como Pix4D, DroneDeploy o DJI GS Pro para diseñar rutas de vuelo en función del área de estudio y la cobertura deseada.

Práctica 4: Configuración de Parámetros de Vuelo

Configuración de altura de vuelo, solapamiento de imágenes y patrones de vuelo específicos para distintos tipos de cultivos, evaluando las diferencias en resolución espacial y tiempos de vuelo.

Práctica 5: Captura de Imágenes Multiespectrales y Térmicas

Los estudiantes realizarán vuelos sobre parcelas de cultivo utilizando cámaras multiespectrales y térmicas, aprendiendo a ajustar la cámara y a capturar imágenes de calidad para el análisis de vegetación.

Práctica 6: Generación de Ortomosaicos y Modelos de Elevación (DEM)

Usando software como Agisoft Metashape o Pix4D, los estudiantes aprenderán a procesar las imágenes capturadas para crear ortomosaicos y modelos digitales de elevación, productos esenciales para el análisis agrícola

Práctica 7: Cálculo e Interpretación del NDVI y Otros Índices de Vegetación

Usando software SIG o de procesamiento de imágenes, los estudiantes calcularán índices de vegetación como NDVI, SAVI o NDRE y aprenderán a interpretar estos resultados en el contexto de la salud de los cultivos.

Práctica 8: Generación de Mapas de Variabilidad y Aplicación de Insumos

Los estudiantes generarán mapas de variabilidad de cultivos y explorarán cómo estos productos pueden guiar decisiones en la aplicación de fertilizantes, riego y pesticidas en función de la variabilidad detectada



Práctica 9: Creación de Informes Agronómicos Basados en Datos Fotogramétricos

Los estudiantes integrarán ortomosaicos, modelos DEM y mapas de índices de vegetación en un SIG (QGIS o ArcGIS), elaborando informes que detallen recomendaciones específicas para el manejo de cultivos.

Práctica 10: Presentación de Resultados en Contextos Reales

Simulación de una presentación a un cliente agrícola, donde los estudiantes explicarán sus hallazgos y recomendaciones basadas en los datos recopilados y procesados. Esto incluye responder preguntas prácticas y justificar el uso de técnicas de fotogrametría para agricultura.

9. Proyecto de asignatura

"Monitoreo y Análisis de la Salud de Cultivos mediante Fotogrametría Aérea con Drones"

Objetivos del Proyecto

Planificar y ejecutar un vuelo fotogramétrico sobre un área agrícola específica.

Capturar imágenes multispectrales y térmicas para evaluar la salud de los cultivos.

Procesar y analizar los datos para generar ortomosaicos, modelos digitales de elevación (DEM) e índices de vegetación.

Interpretar los resultados para ofrecer recomendaciones específicas sobre el manejo de los cultivos.

Presentar un informe final que incluya metodología, resultados, análisis y recomendaciones prácticas.

Fases del Proyecto

Selección del Área de Estudio:

Elegir una parcela agrícola que será objeto de estudio. Puede ser un cultivo de interés local (maíz, trigo, soja, etc.) y debe tener variabilidad en su salud o características.

Planificación de Vuelos:

Utilizar software de planificación de vuelos para definir la ruta de vuelo, la altura y el solapamiento de imágenes necesarios para capturar datos adecuados.

Considerar factores como la época del año, las condiciones climáticas y el tipo de cultivo.

Captura de Datos:

Realizar la captura de imágenes en campo, empleando drones equipados con cámaras multispectrales y/o térmicas. Asegurarse de seguir los protocolos de seguridad y regulación de vuelos.



Procesamiento de Imágenes:

Utilizar software (como Pix4D o Agisoft Metashape) para procesar las imágenes capturadas y generar productos como ortomosaicos, nubes de puntos y modelos digitales de elevación (DEM).

Análisis de Datos:

Calcular índices de vegetación (como NDVI) y generar mapas de variabilidad. Analizar la salud de los cultivos y cualquier otro aspecto relevante que se desee evaluar (p.ej., estrés hídrico, infestaciones).

Elaboración del Informe Final:

Redactar un informe que incluya:

Introducción: Contexto del proyecto y su relevancia.

Estado del Arte: Consiste en desarrollar la teoría que va a fundamentar el proyecto con base al planteamiento del problema que se ha realizado.

Metodología: Detalles sobre la planificación, captura, procesamiento y análisis de datos.

Resultados: Presentación de los ortomosaicos, mapas de índices de vegetación y análisis de salud de los cultivos.

Discusión: Interpretación de los resultados y comparación con datos históricos (si están disponibles).

Recomendaciones: Propuestas para el manejo de los cultivos basadas en los hallazgos.

Conclusiones: Reflexiones sobre la efectividad de la fotogrametría en la agricultura de precisión.

10. Evaluación por competencias

Calidad y precisión de los datos capturados: Evaluar la calidad de las imágenes y la adecuación de la planificación de vuelos.

Habilidad en el procesamiento de datos: Examinar el manejo de software y la calidad de los productos generados.

Profundidad del análisis: Considerar la interpretación de resultados y la validez de las conclusiones.

Presentación del informe y defensa del proyecto: Evaluar la claridad, la estructura y la efectividad en la comunicación de los hallazgos.



11. Fuentes de información

1. Colomina, I., & Molina, P. (2014). "Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote
2. "Drones in Precision Agriculture: Challenges and Opportunities" - Shyam N. V. Gollakota (2023).
3. "Introduction to Modern Photogrammetry" - Edward M. Mikhail, James S. Bethel y J. Chris McGlone (2020).
4. Sensing.Krishna, K.. (2018). Drones in Agriculture. DOI:10.1201/9781315195520-1.
5. Torres-Sánchez, J., et al. (2018). "A Protocol for UAV Remote Sensing to Estimate the Growth and Nitrogen Status of Wheat Crops." Sensors.
6. Torres-Sánchez, J., Peña, J. M., de Castro, A. I., & López-Granados, F. (2020). "Multi-temporal mapping of the vegetation fraction in early-season wheat fields using images from UAV." Remote Sensing.
7. "Unmanned Aerial Remote Sensing: UAVs for Supporting Agricultural Assessment" - Alfredo Rocha-Munive (2022).
8. "UAV Photogrammetry and Remote Sensing: Principles and Applications" - George Vosselman, Sander Oude Elberink (2022).
9. Zhang, Q. (Ed.). (2015). Precision Agriculture Technology for Crop Farming (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b19336>
10. Cursos gratuitos y artículos en Agisoft Metashape - Agisoft Metashape (<https://www.agisoft.com/>)
11. "UAV Photogrammetry and Remote Sensing" - Curso en línea, Pix4D.
12. DroneDeploy Learning Center – DroneDeploy (<https://www.dronedeploy.com/>)