

Introducción a los sistemas agrosilviculturales

Ciencias Agropecuarias | Ingeniería agropecuaria

Descripción del Curso

La asignatura Ingeniería Agropecuaria propone una experiencia de aprendizaje integral que integra conceptos de sostenibilidad, productividad y manejo de sistemas agroforestales (SAS). A lo largo de las unidades, los estudiantes desarrollan habilidades para analizar, interpretar y aplicar datos técnicos en contextos reales, con énfasis en la toma de decisiones responsables frente a desafíos ambientales, sociales y económicos. En particular, la Unidad 8, Indicadores de sostenibilidad y rendimiento; mejoras en SAS, se centra en la evaluación de indicadores clave (rendimiento de cultivos, producción de biomasa, carbono secuestrado, biodiversidad, calidad de suelo y agua) y en la propuesta de mejoras orientadas a optimizar un SAS para generar beneficios ambientales y productivos sostenibles. El objetivo general del curso es que el estudiante sea capaz de evaluar estos indicadores y proponer intervenciones que mejoren la eficiencia y la resiliencia de sistemas agrosilvícolas, integrando metodologías de monitoreo, recopilación de datos y análisis de resultados, ya sea en campo o en simulaciones. Se fomentan métodos de aprendizaje activo: prácticas de campo, laboratorios, análisis de datos, simulaciones y estudios de caso que conectan teoría con situaciones reales del sector agropecuario. La evaluación combina informes de campo, ejercicios de monitoreo, presentaciones y entregas de proyectos de mejora en SAS, promoviendo la comunicación técnica y el trabajo colaborativo. Al finalizar, el estudiante habrá desarrollado la capacidad de diseñar y proponer mejoras fundamentadas en indicadores de sostenibilidad y rendimiento dentro de un sistema agrosilvicultural, adaptables a contextos locales y globales, con una visión ética y responsable respecto al uso de recursos, la biodiversidad y el cuidado del agua y el suelo. Esta unidad enfatiza la recopilación y el análisis de datos para fundamentar decisiones y presentar soluciones viables que reduzcan impactos negativos y potencien beneficios sociales y ambientales.

Competencias

- Analizar indicadores de sostenibilidad y rendimiento en SAS para interpretar la salud ecosistémica y la productividad agrícola.
- Aplicar métodos de monitoreo y recopilación de datos en campo o simulaciones para obtener información confiable.
- Diseñar propuestas de mejora basadas en resultados de indicadores con enfoque en beneficio económico, ambiental y social.
- Demostrar capacidad de toma de decisiones informadas mediante el uso de herramientas analíticas y de gestión de datos.
- Comunicar de forma clara resultados técnicos y recomendaciones a audiencias técnicas y no técnicas.
- Trabajar de forma ética y colaborativa en equipos interdisciplinarios para abordar retos de sostenibilidad.
- Evaluar impactos ambientales, sociales y económicos de intervenciones en SAS y proponer medidas de mitigación.
- Integrar principios de agroforestería y gestión de recursos para optimizar la resiliencia de sistemas agropecuarios.

Requerimientos

- Conocimientos básicos de ciencias agrarias y manejo de cultivos.
- Acceso a herramientas de monitoreo de campo (cuadernos de campo, sensores, dispositivos móviles) y software de análisis (Excel, R, Python, QGIS).
- Capacidad de lectura y comprensión de textos técnicos en español y disponibilidad para prácticas de campo y/o simulaciones.
- Conocimiento básico de estadística y métodos de muestreo para el análisis de indicadores.
- Compromiso con la participación en actividades de campo, laboratorio y proyectos de mejora en SAS.
- Conexión a internet y acceso a plataformas de gestión de cursos para entrega de informes y presentaciones.

Unidades del Curso

Unidad 1: Unidad 1: Introducción a los componentes y tipos de sistemas agrosilviculturales

Objetivos de Aprendizaje

- Definir qué es un sistema agrosilvicultural y distinguir sus elementos constitutivos (árboles, cultivos, ganado, suelo, agua, clima y manejo).
- Describir las funciones ecológicas asociadas a SAS, como protección del suelo, sequestro de carbono, biodiversidad y regulación del microclima.
- Identificar al menos tres tipos de SAS y caracterizar sus características principales y aplicaciones agronómicas.

Contenidos Temáticos

1. Definiciones y alcance de la agrosilvicultura — Conceptos clave y motivaciones.
2. Componentes del SAS — Árboles, cultivos, ganado, suelo, agua y manejo; funciones ecológicas.
3. Tipología de SAS — Silvopastoriles, agroforestales, multiestrato y ejemplos de implementación.

Actividades

- **Actividad: Clasificación de sistemas SAS** - Revisión de casos de estudio y clasificación de SAS disponibles en la región. Se espera que el equipo identifique componentes, tipo de sistema y funciones ecológicas, discuta ventajas y limitaciones, y presente un breve cuadro comparativo (aprendizaje activo: análisis de casos y discusión).
- **Actividad: Mapa conceptual de componentes** - En equipo, elaborar un mapa conceptual que conecte árboles, cultivos, ganado, suelo, agua y manejo, destacando las interacciones y funciones clave (aprendizaje activo: visualización de relaciones).
- **Actividad: Lectura y síntesis** - Lectura de artículos introductorios y resumen en una página sobre por qué los SAS fortalecen la sostenibilidad agraria (aprendizaje activo: lectura crítica y sabiduría aplicada).

Evaluación

Evaluación orientada al objetivo O1 (Unidad 1):

- Cuestionario corto de reconocimiento de componentes y tipos de SAS (20%).
- Informe breve de análisis de un caso de SAS con identificación de funciones ecológicas (40%).
- Participación y calidad de los aportes en las discusiones y actividades (20%).
- Trabajo práctico de clasificación y comparación (20%).

Unidad 2: Unidad 2: Interacciones entre árboles, cultivos y ganado en sistemas agrosilviculturales

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar las principales interacciones biológicas (competencia, facilitación, compatibilidad) entre componentes del SAS.
- Explicar cómo estas interacciones afectan la productividad de cultivos y la salud del sistema en su conjunto.
- Analizar efectos del manejo (poda, rotaciones, riego, densidad) sobre las interacciones entre árboles, cultivos y ganado.

Contenidos Temáticos

1. Interacciones entre árboles y cultivos — Sombras, aportes de nutrientes y competencia por recursos.
2. Interacciones entre árboles y ganado — Utilización del paisaje, sombras, forraje y manejo del pastoreo.
3. Dinámica de recursos y microclima en SAS — Luz, temperatura, humedad y supervisión de arbolado.

Actividades

- **Actividad: Simulación de interacciones** - Mediante un simulador o ejercicios de escenarios, proyectar cómo cambios en la densidad de árboles afectan la productividad de cultivos y el rendimiento del ganado (aprendizaje activo: modelado y análisis).
- **Actividad: Estudio de caso local** - Análisis de un SAS existente en la región: identificar interacciones clave y proponer ajustes de manejo para mejorar la productividad y la sostenibilidad (aprendizaje activo: análisis crítico).
- **Actividad: Taller de nutrición y suelo** - Evaluar la calidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes ante diferentes combinaciones de componentes del SAS (aprendizaje activo: interpretación de datos de suelos).

Evaluación

Evaluación orientada al objetivo O2 (Unidad 2):

- Informe de caso: descripción de interacciones y su impacto (30%).
- Actividad de simulación y reporte de resultados (30%).

- Presentación de análisis de un SAS local (20%).
- Participación y calidad de aportes en debates (20%).

Unidad 3: Unidad 3: Diseño y criterios de selección de especies para SAS

Objetivos de Aprendizaje

- Definir criterios de diseño para SAS que contemplen servicios ecosistémicos y productividad.
- Identificar criterios de selección de especies arbóreas y de cultivo adecuados a contextos agroecológicos.
- Evaluar compatibilidad entre especies y prácticas culturales (poda, manejo de sombra, riego, fijación de nitrógeno, etc.).

Contenidos Temáticos

1. Principios de diseño de SAS — zonificación, distribución espacial y secuencias de intervención.
2. Criterios de selección de especies — criterios ecológicos, productivos y socioeconómicos.
3. Compatibilidad entre árboles y cultivos — sombras, raíces, uso de nutrientes y manejo integrado.

Actividades

- **Actividad: Diseño conceptual de un SAS** - Presentación de un diagrama de distribución de especies y secuencias de manejo para una parcela dada, justificación de selección y compatibilidad (aprendizaje activo: diseño aplicado).
- **Actividad: Rúbrica de selección de especies** - Elaborar una matriz de criterios para 4 especies arbóreas y 2 cultivos, considerando clima, suelo y uso deseado (aprendizaje activo: toma de decisiones).
- **Actividad: Estudio de caso de diseño** - Analizar un SAS existente y proponer ajustes de diseño para mejorar servicios ecosistémicos y productividad (aprendizaje activo: análisis crítico).

Evaluación

Evaluación orientada al objetivo O3 (Unidad 3):

- Proyecto de diseño de SAS con justificación de selección de especies (40%).
- Actividad de matriz de criterios (25%).
- Examen corto sobre principios de diseño y compatibilidad (15%).
- Participación y entrega de materiales (20%).

Unidad 4: Unidad 4: Beneficios y trade-offs de los SAS

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar servicios ecosistémicos proporcionados por SAS.

- Evaluar trade-offs entre productividad y biodiversidad, agua y microclima.
- Desarrollar criterios para optimizar beneficios sin comprometer la sostenibilidad.

Contenidos Temáticos

1. Servicios ecosistémicos de SAS — producción de biomasa, carbono, biodiversidad, calidad del suelo y agua.
2. Trade-offs entre productividad y servicios ecosistémicos — cuándo y por qué surgen.
3. Herramientas de evaluación y monitoreo de beneficios y costos.

Actividades

- **Actividad: Análisis de trade-offs** - Evaluar un SAS en función de diferentes escenarios de manejo y proponer estrategias de optimización (aprendizaje activo: análisis de resultados y toma de decisiones).
- **Actividad: Evaluación de servicios** - Elaborar un cuadro de servicios ecosistémicos en un caso práctico y detallar impactos en productividad y resiliencia (aprendizaje activo: recopilación y síntesis de datos).
- **Actividad: Debate sobre decisiones de manejo** - Moderar un debate sobre inversiones en servicios ecosistémicos frente a aumentos de rendimiento de cultivos (aprendizaje activo: debate fundamentado).

Evaluación

Evaluación orientada al objetivo O4 (Unidad 4):

- Informe analítico con evaluación de trade-offs (40%).
- Ejercicio de monitoreo de indicadores y valoración de beneficios (25%).
- Presentación de conclusiones y recomendaciones (15%).
- Participación en debates y calidad de argumentos (20%).

Unidad 5: Unidad 5: Adaptación regional y criterios contextuales para SAS

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar variables regionales (clima, suelo, agua, biodiversidad) que condicionan la selección de especies y prácticas.
- Desarrollar criterios de selección de especies que consideren adaptación climática y uso local.
- Proponer prácticas culturales adecuadas al contexto socioeconómico y ambiental.

Contenidos Temáticos

1. Contexto regional y variables ambientales — clima, suelo, disponibilidad de agua y biodiversidad.
2. Criterios de selección de especies en contextos locales — adaptabilidad, usos, manejo, disponibilidad de material vegetal.
3. Prácticas culturales y manejo adaptado al entorno regional — poda, riego, rotaciones, agroquímica responsable.

Actividades

- **Actividad: Caso regional** - Analizar un contexto regional y proponer un SAS adaptado, con selección de especies y prácticas culturales adecuadas (aprendizaje activo: diseño adaptativo).
- **Actividad: Tabla de criterios regionales** - Construir una matriz de criterios para seleccionar especies y prácticas en función de variables regionales (aprendizaje activo: toma de decisiones).
- **Actividad: Consulta a actores locales** - Entrevistar a productores/autoridades sobre preferencias, limitaciones y oportunidades para SAS en la zona (aprendizaje activo: trabajo de campo y síntesis).

Evaluación

Evaluación orientada al objetivo O5 (Unidad 5):

- Caso práctico de adaptación regional con propuesta de especies y prácticas (40%).
- Desarrollo de matriz de criterios regionales (25%).
- Informe de viabilidad local y presentación (20%).
- Participación y aportes de campo (15%).

Unidad 6: Unidad 6: Plan de implantación de un SAS en una parcela

Objetivos de Aprendizaje

- Elaborar un boceto de distribución espacial (zonificación) para un SAS en parcela real o simulada.
- Definir secuencias de manejo a corto/mediano plazo (plantación, poda, riego, fertilización, pastoreo, etc.).
- Seleccionar indicadores clave de desempeño y monitoreo (crecimiento, rendimiento, carbono, biodiversidad, calidad del suelo y agua).

Contenidos Temáticos

1. Planificación espacial y diseño de layout — distribución de componentes y fases de implementación.
2. Secuencias de manejo — calendario de actividades y recursos necesarios.
3. Monitoreo e indicadores de desempeño — mapeo de variables y criterios de éxito.

Actividades

- **Actividad: Diseño de parcela** - Crear un plano de distribución de árboles, cultivos y ganado en una parcela, con calendario de manejo y hitos de monitoreo (aprendizaje activo: diseño práctico).
- **Actividad: Elaboración de indicadores** - Definir un conjunto de KPIs para monitorear desempeño y sostenibilidad, con métodos de recolección de datos (aprendizaje activo: métricas y evaluación).
- **Actividad: Simulación de implementación** - Utilizar un software sencillo o método manual para simular la implantación en función de recursos y tiempo disponible (aprendizaje activo: simulación y ajuste).

Evaluación

Evaluación orientada al objetivo O6 (Unidad 6):

- Proyecto de diseño de implantación con plano y calendario (40%).
- Documento de monitoreo y selección de indicadores (30%).
- Presentación y defensa del plan ante tutores (20%).
- Participación y calidad de entregables (10%).

Unidad 7: Unidad 7: Manejo de plagas, enfermedades y establecimiento de árboles y cultivos compatibles

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar plagas y enfermedades comunes en SAS y sus efectos en árboles y cultivos.
- Proponer estrategias de manejo integrado (biológicas, culturales, químicas selectivas) adaptadas al SAS.
- Establecer criterios para compatibilidad entre especies y prácticas de manejo para reducir riesgos.

Contenidos Temáticos

1. Plagas y enfermedades en SAS — patrones, signos y efectos.
2. Manejo integrado de plagas (MIP) y prácticas culturales compatibles.
3. Establecimiento y acompañamiento de árboles y cultivos en SAS — densidades, timing y manejo de vivero.

Actividades

- **Actividad: Diagnóstico de plagas** - Análisis de un caso real o simulado, identificación de plagas y diseño de plan MIP (aprendizaje activo: toma de decisiones basada en evidencia).
- **Actividad: Prácticas culturales preventivas** - Propuesta de prácticas para prevenir infestaciones y enfermedades (poda, manejo de residuos, rotación, higiene de herramientas).
- **Actividad: Establecimiento y compatibilidad** - Plan para establecer árboles y cultivos compatibles, incluyendo calendario y cuidados iniciales (aprendizaje activo: implementación gradual).

Evaluación

Evaluación orientada al objetivo O7 (Unidad 7):

- Caso práctico de MIP y plan de establecimiento (40%).
- Informe de compatibilidad de especies y prácticas (30%).
- Examen corto de conceptos de manejo de plagas y enfermedades (15%).
- Participación y aportes en actividades (15%).

Unidad 8: Unidad 8: Indicadores de sostenibilidad y rendimiento; mejoras en SAS

Objetivos de Aprendizaje

- Definir indicadores clave para rendimiento y sostenibilidad en SAS.
- Aplicar métodos de monitoreo y recopilación de datos en campo o simulado.
- Proponer mejoras basadas en resultados de indicadores para optimizar beneficios y reducir impactos negativos.

Contenidos Temáticos

1. Indicadores de desempeño en SAS — rendimiento, biomasa, carbono, biodiversidad, suelo y agua.
2. Monitoreo y evaluación de resultados — métodos y herramientas de medición.
3. Plan de mejora continua — toma de decisiones y estrategias de optimización.

Actividades

- **Actividad: Monitoreo de indicadores** - Recolección y análisis de datos de un SAS para calcular rendimiento, biomasa y carbono; interpretación y propuesta de mejoras (aprendizaje activo: análisis de datos y toma de decisiones).
- **Actividad: Informe de mejora** - Elaborar un informe que proponga medidas para mejorar biodiversidad, calidad del suelo y agua, con estimaciones de impacto (aprendizaje activo: informe técnico).
- **Actividad: Presentación de resultados** - Presentar resultados y recomendaciones ante el grupo y justificar las decisiones con evidencia (aprendizaje activo: comunicación científica).

Evaluación

Evaluación orientada al objetivo O8 (Unidad 8):

- Informe de evaluación de indicadores y propuestas de mejora (40%).
- Monitoreo de datos y razonamiento crítico (25%).
- Presentación de resultados y recomendaciones (25%).
- Participación y calidad de aportes finales (10%).