

Resistencia de las plantas: mecanismos y selección de variedades resistentes

Ciencias Naturales | Biología

Descripción del Curso

Este curso de Biología está diseñado para estudiantes a partir de 17 años y busca desarrollar una visión integral de la biología aplicada a contextos reales. Su objetivo es promover la comprensión conceptual, el razonamiento crítico y la capacidad de aplicar conocimientos biológicos en situaciones cotidianas y profesionales, con énfasis en la interacción entre factores biológicos, ecológicos y sociales. La estructura del curso favorece el aprendizaje activo a través de proyectos, análisis de casos y prácticas de campo o simuladas, para que los estudiantes conecten teoría y práctica de manera significativa. Se esperan habilidades de observación, interpretación de datos y comunicación de resultados con rigor científico y lenguaje claro para distintos públicos. La unidad 4, titulada “Aplicación Práctica y Análisis de Casos”, integra los saberes previos para diseñar un plan práctico de manejo de resistencia en un cultivo real y analizar casos reales de éxito o fracaso, considerando aspectos agronómicos, ecológicos y sociales. En esta unidad, los estudiantes diseñarán un proyecto con objetivos concretos, recursos necesarios y criterios de evaluación, analizarán ejemplos de manejo de resistencia y propondrán mejoras prácticas, y comunicarán sus resultados de forma clara y justificada. A lo largo del curso se combinarán contenidos de biología general, ecología, genética, agronomía y ética, con metodologías activas como aprendizaje basado en proyectos, estudio de casos y trabajos colaborativos. El curso fomenta el uso responsable de la evidencia, la toma de decisiones informada y la comunicación técnica en contextos de innovación agronómica y sostenibilidad ambiental.

Competencias

- Comprender principios biológicos y ecológicos aplicados a problemas reales en agricultura y medio ambiente.
- Analizar casos prácticos, identificar variables clave y proponer mejoras basadas en evidencia científica.
- Diseñar proyectos de intervención con objetivos, recursos y criterios de evaluación claros y trazables.
- Aplicar métodos de recopilación y análisis de datos, interpretar resultados y extraer conclusiones razonadas.
- Comunicar resultados de forma clara y justificada, adaptando el lenguaje a audiencias técnicas y no técnicas.
- Trabajar de forma ética y colaborativa, demostrando pensamiento crítico, responsabilidad y respeto por el entorno social y ambiental.
- Desarrollar habilidades digitales y de campo para la resolución de problemas reales y la presentación de informes.
- Fomentar el pensamiento sistémico y la toma de decisiones informadas ante retos agronómicos, ecológicos y sociales.

Requerimientos

- Edad mínima de 17 años.
- Conocimientos básicos de biología general y lectura crítica de textos científicos.
- Materiales: cuaderno o cuaderno digital, bolígrafo, acceso a una computadora o tablet con conexión a internet.
- Herramientas de análisis: hojas de cálculo (Excel, Google Sheets) para manejar datos y realizar gráficos simples.
- Acceso a un entorno de práctica (laboratorio, invernadero, o simulación virtual) para ejecutar o analizar un plan de manejo de resistencia.
- Compromiso para participar en trabajo en equipo, cumplir con entregas y presentar informes o presentaciones.
- Lecturas y recursos proporcionados por el curso: disponibilidad para consultar bases de datos, artículos y casos de estudio.
- Habilidad básica de comunicación escrita y oral en español, con disposición para recibir retroalimentación y mejorar.

Unidades del Curso

Unidad 1: Unidad 1: Fundamentos de la Resistencia de las Plantas

Objetivos de Aprendizaje

- Definir conceptos centrales: resistencia, inmunidad, patógenos, virulencia y coevolución planta-patógeno.
- Identificar barreras de defensa físicas y químicas presentes en las plantas.
- Describir cómo factores ambientales pueden influir en la expresión de la resistencia.

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Conceptos básicos de resistencia y coevolución planta-patógeno. Descripción corta: qué es la resistencia y cómo interactúan las plantas con patógenos a lo largo del tiempo.
2. **Tema 2:** Barreras de defensa inicial y respuestas tempranas. Descripción corta: barreras físicas, químicas y respuestas tempranas ante la invasión.
3. **Tema 3:** Patógenos y susceptibilidad ambiental. Descripción corta: tipos de patógenos y cómo el ambiente modula la susceptibilidad.

Actividades

- **Actividad 1: Investigación guiada sobre patógenos locales** - Se explorarán patógenos relevantes en la región, identificando principales síntomas y las defensas que utiliza la planta. Breve tema: identificación de enemigos y defensas. Puntos clave: reconocer patógenos, diferenciar barreras y respuestas, y explicar la coevolución. Aprendizaje: comprensión conceptual y capacidad de comunicar hallazgos.
- **Actividad 2: Mapa conceptual de defensas** - En grupo, diseñar un diagrama que conecte barreras físicas, químicas y respuestas inmunitarias innatas. Puntos clave: relaciones entre etapas de defensa, ejemplos prácticos. Aprendizaje: pensamiento sistémico.

- **Actividad 3: Debate corto** - Debate sobre si la resistencia basada en variedades modernas es sostenible frente a patógenos emergentes. Puntos clave: pros y contras, durabilidad y consideraciones ecológicas. Aprendizaje: habilidades de argumentación y toma de decisiones informadas.

Evaluación

Evaluación vinculada al logro del objetivo general y los objetivos específicos:

- Contribución en debates y actividades prácticas (20%).
- Preguntas cortas de comprensión conceptual (40%).
- Actividad de síntesis: diagrama de defensas (20%).
- Rúbrica de participación y claridad de exposición (20%).

Unidad 2: Mecanismos de Resistencia: Genética y Inmunidad

Objetivos de Aprendizaje

- Describir el modelo genético gene-for-gene (Flor) y el reconocimiento de avirulencia.
- Diferenciar PTI (inmunidad innata) y ETI (inmunidad mediada por genes R) y sus intervenciones.
- Explicar las rutas de señalización hormonal (SA, JA y ET) y su interacción durante la defensa.
- Descubrir la formación de respuestas como la lesión localizada y la resistencia sistémica (SAR).

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Mecanismos de defensa molecular: PTI y ETI. Descripción corta: qué desencadena cada respuesta y cómo se detectan patógenos.
2. **Tema 2:** Genes de resistencia y reconocimiento de Avr. Descripción corta: interacción entre R genes y avirulencias.
3. **Tema 3:** Señalización hormonal en defensa: SA, JA y ET. Descripción corta: crosstalk entre rutas y su efecto en la respuesta.
4. **Tema 4:** Respuesta hipersensible y SAR. Descripción corta: cómo se controla la lesión y la defensa a larga distancia.

Actividades

- **Actividad 1: Análisis de diagrama PTI/ETI** - Estudio de un diagrama de defensa para identificar los puntos de activación y señalización. Puntos clave: reconocimiento, barreras y respuesta celular. Aprendizaje: lectura de diagramas y razonamiento secuencial.
- **Actividad 2: Caso de estudio Gen R-Avr** - Analizar un caso clásico de interacción R-Avr y explicar la condición de resistencia. Puntos clave: especificidad y recompensa evolutiva. Aprendizaje: aplicación del modelo gene-for-gene.
- **Actividad 3: Ruta hormonal y respuesta coordinada** - Construcción de una simulación de crosstalk entre SA y JA en un escenario de infección. Puntos clave: dominios de señalización y efectos en defensa. Aprendizaje:

integración de conceptos.

- **Actividad 4: Debate sobre durabilidad de la resistencia** - Discusión sobre la durabilidad de respuestas ETI vs. PTI en cultivos agrícolas. Puntos clave: ventajas, limitaciones y sostenibilidad. Aprendizaje: pensamiento crítico y comunicación.

Evaluación

Se evalúan los objetivos de aprendizaje mediante:

- Explicación de PTI/ETI y rutas de señalización en preguntas cortas (30%).
- Desempeño en el análisis de escenarios Gen R-Avr (25%).
- Presentación de la ruta hormonal y su interacción (25%).
- Participación y calidad de las discusiones (20%).

Unidad 3: Selección de Variedades y Manejo de Resistencia

Objetivos de Aprendizaje

- Describir métodos de mejoramiento y selección de variedades (incluyendo marcadores moleculares).
- Evaluar la durabilidad de la resistencia frente a distintas condiciones ambientales y patógenos.
- Diseñar planes de manejo que incluyan rotación de cultivos, diversidad genética y prácticas de mitigación.

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Estrategias de mejora y selección de variedades. Descripción corta: procesos de selección, marcadores y enfoque práctico.
2. **Tema 2:** Durabilidad de la resistencia y manejo integrado. Descripción corta: rotación, mosaico de cultivares, y soluciones de manejo a largo plazo.
3. **Tema 3:** Uso de marcadores moleculares en la selección. Descripción corta: herramientas de genómica y su aplicación.
4. **Tema 4:** Evaluación de riesgos y consideraciones éticas. Descripción corta: sostenibilidad y equidad en el uso de variedades resistentes.

Actividades

- **Actividad 1: Diseño de un programa de mejoramiento** - Propuesta de un plan de selección de variedades para un cultivo específico, con etapas y criterios de selección. Puntos clave: objetivos, materiales, métodos y evaluación. Aprendizaje: planificación y aplicación de conceptos de genética.
- **Actividad 2: Análisis de criterios de durabilidad** - Comparación de escenarios ambientales y patógenos para evaluar durabilidad de resistencia. Puntos clave: variables ambientales, presión selectiva y estrategia de manejo. Aprendizaje: toma de decisiones basada en evidencia.

- **Actividad 3: Uso de marcadores en selección** - Simulación de utilización de marcadores para seleccionar líneas con resistencia deseada. Puntos clave: interpretación de marcadores y eficiencia. Aprendizaje: aplicación práctica de genética molecular.
- **Actividad 4: Debate ético y social** - Discusión sobre impactos sociales, ambientales y éticos de la difusión de variedades resistentes. Puntos clave: sostenibilidad, acceso y biodiversidad. Aprendizaje: pensamiento crítico y comunicación.

Evaluación

Los criterios de evaluación incluyen:

- Claridad y viabilidad del plan de mejoramiento (30%).
- Justificación de durabilidad y manejo propuesto (25%).
- Interpretación de marcadores y diseño experimental (25%).
- Participación y análisis crítico en debates (20%).

Unidad 4: Unidad 4: Aplicación Práctica y Análisis de Casos

Objetivos de Aprendizaje

- Diseñar un proyecto de resistencia con objetivos, recursos y criterios de evaluación.
- Analizar casos reales de manejo de resistencia y proponer mejoras prácticas.
- Comunicar resultados de forma clara y justificada.

Contenidos Temáticos

1. **Tema 1:** Diseño de un proyecto de resistencia en un cultivo clave. Descripción corta: definición de objetivos, métodos y evaluación.
2. **Tema 2:** Análisis de casos reales: éxito y fracaso. Descripción corta: estudio de casos, lecciones aprendidas y aprendizajes transferibles.
3. **Tema 3:** Presentación de resultados y consideraciones éticas y de sostenibilidad. Descripción corta: comunicación científica y responsabilidad social.

Actividades

- **Actividad 1: Plan de manejo de resistencia** - Elaboración de un plan para un cultivo específico que combine variedades, rotación y prácticas de manejo. Puntos clave: objetivos, cronograma, indicadores de éxito. Aprendizaje: integración de conceptos en una propuesta concreta.
- **Actividad 2: Análisis de caso práctico** - Revisión de un caso real de resistencia, identificación de aciertos y debilidades y propuesta de mejoras. Puntos clave: evidencia, contexto y recomendaciones. Aprendizaje: pensamiento crítico aplicado.

- **Actividad 3: Presentación de resultados** - Presentación oral y/o escrita del plan y del caso analizado, con discusión de impactos éticos y de sostenibilidad. Puntos clave: claridad, evidencia y argumentación. Aprendizaje: comunicación científica.
- **Actividad 4: Taller de reflexión ética** - Debate sobre consideraciones éticas, ambientales y sociales en la implementación de variedades resistentes. Puntos clave: propiedad de semillas, acceso y biodiversidad. Aprendizaje: responsabilidad y juicio crítico.

Evaluación

La evaluación de esta unidad integra los siguientes componentes:

- Plan de manejo de resistencia y su viabilidad (35%).
- Análisis de casos y capacidad de proponer mejoras (25%).
- Presentación y claridad de la comunicación (20%).
- Participación en talleres y debates (20%).