

Descifrando el Genoma: Innovación en Fitomejoramiento para la Agricultura del Futuro

Ciencias Agropecuarias | Ingeniería agronómica | Aprendizaje Basado en Casos

Descripción

Este plan de clase está diseñado para estudiantes universitarios de Ingeniería Agronómica interesados en comprender y aplicar los avances del uso del genoma en el fitomejoramiento. A través de un enfoque activo basado en el Aprendizaje Basado en Casos (ABC), los estudiantes explorarán cómo la genómica ha revolucionado la selección y mejora de cultivos, permitiendo desarrollar variedades más resistentes, productivas y adaptadas a los retos actuales como el cambio climático y la seguridad alimentaria.

Durante dos sesiones interactivas, los estudiantes analizarán casos reales que abordan problemas concretos en fitomejoramiento utilizando herramientas genómicas. Esto les permitirá desarrollar competencias para identificar, analizar y proponer soluciones innovadoras en el campo de la mejora genética de plantas. La relevancia de este tema se conecta directamente con la realidad agrícola actual y futura, donde la tecnología genética es clave para enfrentar desafíos globales y locales, haciendo que los aprendizajes sean aplicables a su futura práctica profesional y contribución al sector agropecuario.

Objetivos de Aprendizaje

- Analizar casos reales de fitomejoramiento basados en el uso del genoma para identificar problemáticas y soluciones genéticas aplicadas.
- Evaluar las técnicas genómicas y su impacto en la mejora de cultivos en términos de productividad, resistencia y adaptación.
- Argumentar decisiones estratégicas para la selección y desarrollo de variedades mejoradas usando información genómica.
- Diseñar propuestas de intervención en fitomejoramiento que integren herramientas genómicas para resolver retos agronómicos específicos.
- Reflexionar críticamente sobre las implicaciones éticas, sociales y ambientales del uso del genoma en la agricultura.

Recursos Necesarios

- Proyector multimedia y computadora con acceso a internet.
- Presentación digital con conceptos clave y casos de estudio (PowerPoint o PDF).
- Lecturas breves impresas o digitales sobre genómica y fitomejoramiento (3-4 artículos o resúmenes).
- Casos prácticos impresos con datos genómicos y resultados experimentales.

- Hojas de trabajo para análisis y discusión de casos (1 por estudiante o grupo).
- Acceso a plataformas de análisis genómico simples en línea (opcional para extensión en clase o tarea).
- Material para elaboración de organizadores gráficos (papel, marcadores, post-its).
- Rúbricas de evaluación para trabajos y presentaciones.

Requisitos Previos

- Conocimientos básicos de genética y biología molecular (genes, ADN, mutaciones).
- Familiaridad con conceptos fundamentales de fitomejoramiento tradicional.
- Habilidades para el trabajo colaborativo y discusión crítica.
- Capacidad para leer y analizar textos científicos breves.
- Experiencia previa en interpretación de datos experimentales básicos.

Actividades

Sesión 1: Introducción y análisis inicial del uso del genoma en fitomejoramiento

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 15 minutos

Propósito de la sesión:

Conectar con conocimientos previos y motivar a los estudiantes para comprender la importancia del uso del genoma en la mejora de cultivos.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Saluda y plantea la pregunta detonadora: "¿Cuáles creen que son las principales limitaciones del fitomejoramiento tradicional y cómo creen que la genética podría ayudar a superarlas?"
- **Estudiantes:** Responden brevemente en plenaria, compartiendo ideas y experiencias previas.

Motivación y enganche:

- **Docente:** Presenta un dato impactante: "El uso del genoma ha permitido desarrollar una variedad de maíz resistente a sequías que aumentó la producción en un 30% en zonas áridas. ¿Qué implicaciones tiene esto para la seguridad alimentaria?"
- **Estudiantes:** Reflexionan y comentan brevemente sus opiniones.

Contextualización:

- **Docente:** Explica cómo el fitomejoramiento con genómica conecta con los desafíos agrícolas actuales y futuros, y la relevancia para su formación profesional.
- **Estudiantes:** Escuchan y hacen preguntas para aclarar el contexto.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 95 minutos

Presentación del contenido:

El docente introduce brevemente conceptos clave sobre el genoma y técnicas genómicas en fitomejoramiento (secuenciación, marcadores moleculares, edición genética) usando una presentación con apoyo visual y ejemplos.

Actividad 1: Análisis de un caso real de fitomejoramiento genómico

- **Objetivo:** Analizar un caso real para identificar el problema, la técnica genómica aplicada y sus resultados.
- **Instrucciones:**
 - Dividir a los estudiantes en grupos de 4.
 - Entregar un caso escrito que describa un cultivo con problemas y un proyecto de fitomejoramiento genómico aplicando marcadores moleculares para resistencia a enfermedades.
 - Los estudiantes leen el caso y responden: ¿Cuál es el problema agronómico? ¿Qué técnica genómica se utilizó? ¿Qué beneficios se observaron? ¿Qué limitaciones podrían existir?
 - Preparan una presentación breve (5 minutos) para compartir con el grupo grande.
- **Organización:** Grupos de 4 estudiantes.
- **Producto:** Respuestas escritas y presentación oral grupal.
- **Tiempo:** 40 minutos.
- **Rol docente:** Circular entre grupos, formular preguntas guía como: "¿Cómo influye la selección asistida por marcadores en la rapidez del mejoramiento?" y apoyar en la comprensión técnica.

Actividad 2: Debate crítico sobre implicaciones éticas y sociales

- **Objetivo:** Argumentar y reflexionar sobre las implicaciones del uso del genoma en fitomejoramiento.
- **Instrucciones:**
 - Dividir la clase en dos grupos: uno a favor y otro en contra del uso extensivo de técnicas genómicas en fitomejoramiento.
 - Cada grupo prepara argumentos basados en la lectura proporcionada y el caso analizado.
 - Realizar un debate estructurado frente al grupo completo, moderado por el docente.
- **Organización:** Dos grupos de debate con toda la clase.
- **Producto:** Argumentos escritos y discusión oral.
- **Tiempo:** 35 minutos.

- **Rol docente:** Modera, hace preguntas para profundizar y asegura respeto y participación equitativa.

Diferenciación

- Para estudiantes que terminan antes: Proponer la exploración de una plataforma en línea para visualizar mapas genómicos simples (recurso opcional).
- Para estudiantes que requieren apoyo: Facilitar un resumen visual con diagramas y glosario de términos clave; asignar roles específicos dentro del grupo para facilitar su participación.

Transición a cierre

El docente conecta el debate con la importancia de balancear avances tecnológicos y aspectos sociales, preparando la reflexión final.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 10 minutos

Síntesis:

- **Docente:** Solicita a cada estudiante escribir en una tarjeta tres ideas clave aprendidas y una pregunta que aún tengan sobre el tema.
- **Estudiantes:** Escriben y comparten voluntariamente con el grupo.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo cambió tu percepción sobre el uso del genoma en fitomejoramiento tras el análisis del caso?
- ¿Qué habilidades consideras que fortaleciste en esta sesión?
- ¿Qué aspectos éticos o sociales te parecen más importantes para considerar en la aplicación práctica?

Retroalimentación:

- **Docente:** Recoge las tarjetas, comenta los puntos destacados y aclara dudas más frecuentes.

Transferencia y tarea:

- **Docente:** Anuncia que en la siguiente sesión se profundizará en técnicas específicas y diseñarán propuestas de mejora usando datos genómicos.
 - **Tarea:** Investigar y traer un ejemplo adicional de aplicación genómica en fitomejoramiento en algún cultivo local o internacional para compartir.
-

Sesión 2: Aplicación práctica y diseño de estrategias en fitomejoramiento genómico

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 10 minutos

Propósito de la sesión:

Revisar y conectar aprendizajes previos para introducir actividades prácticas de diseño y evaluación de estrategias de fitomejoramiento con genómica.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Solicita a 3 estudiantes que compartan brevemente el ejemplo investigado en casa y lo relacionen con los conceptos aprendidos.
- **Estudiantes:** Exponen sus ejemplos y comentan entre pares.

Motivación y enganche:

- **Docente:** Presenta un video corto (5 minutos) mostrando un laboratorio de fitomejoramiento genómico en acción y su impacto en la agricultura real.
- **Estudiantes:** Observan y anotan puntos relevantes para discusión posterior.

Contextualización:

- **Docente:** Destaca cómo la integración de datos genómicos con decisiones agronómicas transforma la práctica profesional.
- **Estudiantes:** Reflexionan sobre su rol futuro como ingenieros agrónomos.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 95 minutos

Presentación del contenido:

Breve explicación sobre herramientas específicas: selección asistida por marcadores, genotipificación masiva y edición genética (CRISPR).

Actividad 1: Diseño de estrategia de fitomejoramiento genómico para un cultivo específico

- **Objetivo:** Diseñar una propuesta concreta integrando técnicas genómicas para resolver un problema agronómico planteado.
- **Instrucciones:**
 - Formar grupos de 4 estudiantes.
 - Entregar un segundo caso con datos genómicos (simplificados) y un problema agronómico específico (por ejemplo, resistencia a plagas en tomate).
 - Los grupos deben diseñar una estrategia que incluya: selección de técnicas, pasos a seguir, posibles resultados esperados y consideraciones éticas.

- Utilizar hojas de trabajo para estructurar la propuesta y preparar una presentación de 7 minutos.
- **Organización:** Grupos de 4 estudiantes.
- **Producto:** Propuesta escrita y presentación oral.
- **Tiempo:** 60 minutos.
- **Rol docente:** Facilita recursos, orienta con preguntas: "¿Cómo asegurarán la eficiencia de la selección genética?" o "¿Qué riesgos consideran y cómo los manejarían?"

Actividad 2: Presentación y retroalimentación en plenaria

- **Objetivo:** Evaluar críticamente propuestas y reforzar aprendizaje colaborativo.
- **Instrucciones:**
 - Cada grupo presenta su estrategia al resto de la clase.
 - Los demás grupos realizan preguntas y aportan comentarios constructivos.
 - El docente modera y destaca puntos fuertes y áreas de mejora.
- **Organización:** Presentación grupal en plenaria.
- **Producto:** Presentación oral y discusión.
- **Tiempo:** 30 minutos.
- **Rol docente:** Proporciona retroalimentación específica y guía la reflexión colectiva.

Diferenciación

- Para estudiantes avanzados: Proponer incluir análisis de costos y tiempo en su estrategia.
- Para estudiantes con dificultades: Proveer esquemas guía y ejemplos de estrategias previas para facilitar el diseño.

Transición a cierre

El docente sintetiza la importancia de la integración de conocimientos técnicos y éticos, preparando el cierre reflexivo.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 15 minutos

Síntesis:

- **Docente:** Facilita la elaboración colectiva de un mapa mental en la pizarra con los principales conceptos, técnicas y reflexiones aprendidas.
- **Estudiantes:** Participan activamente aportando ideas y organizando la información.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo aplicarán en su futuro profesional el conocimiento adquirido sobre genómica en fitomejoramiento?
- ¿Qué ventajas y desafíos anticipan al implementar estas técnicas en el campo?

- ¿Qué aspectos éticos consideran prioritarios al trabajar con tecnologías genómicas?

Retroalimentación:

- **Docente:** Realiza comentarios integradores sobre el desempeño, destacando logros y áreas de mejora en la argumentación y diseño.

Transferencia:

- **Docente:** Invita a los estudiantes a seguir investigando y a mantenerse actualizados en tecnologías genómicas para la innovación en agricultura.

Tarea o reto:

- Elaborar un breve informe individual (1-2 páginas) describiendo un cultivo local y proponiendo un posible enfoque genómico para su mejoramiento, que será revisado en la siguiente clase.

Evaluación

Tipo de evaluación:

- **Diagnóstica:** Al inicio de la sesión 1 mediante la pregunta detonadora para conocer conocimientos previos.
- **Formativa:** Durante el desarrollo de actividades en ambas sesiones, observando análisis de casos, participación en debates, diseño de estrategias y presentaciones.
- **Sumativa:** En la sesión 2, evaluación de la propuesta de fitomejoramiento genómico y el informe individual entregado como tarea.

Criterios de evaluación:

- Capacidad para analizar y explicar casos reales utilizando conceptos genómicos (objetivo 1).
- Evaluación crítica de técnicas genómicas y su aplicación práctica (objetivo 2).
- Argumentación fundamentada en debates y presentaciones (objetivo 3).
- Diseño coherente y viable de estrategias de fitomejoramiento integrando herramientas genómicas (objetivo 4).
- Reflexión ética y social demostrada en discusiones y trabajos escritos (objetivo 5).

Instrumentos sugeridos:

- Rúbrica para evaluación de presentaciones y propuestas grupales.
- Lista de cotejo para participación en debates y actividades.
- Observación directa durante trabajo en grupos y plenarias.
- Revisión y retroalimentación del informe individual (portafolio).
- Autoevaluación y coevaluación guiada tras presentaciones.

Evidencias de aprendizaje:

- Respuestas escritas y presentaciones grupales en análisis de casos.

- Participación activa y argumentación en debates.
- Propuestas de estrategias de fitomejoramiento genómico diseñadas y presentadas.
- Informe individual de aplicación práctica al contexto local.
- Reflexiones escritas y orales sobre implicaciones éticas y sociales.

Enriquecimientos

Desarrollo - Ejemplos

Ejemplos Prácticos y Casos de Estudio para el Plan de Clase

Para el plan de clase "Descifrando el Genoma: Innovación en Fitomejoramiento para la Agricultura del Futuro", se proponen a continuación ejemplos prácticos y casos de estudio que se alinean con la metodología de Aprendizaje Basado en Casos y los objetivos de aprendizaje. Estos casos están diseñados para ser abordados en dos sesiones de 2 horas cada una, fomentando la discusión, análisis crítico y aplicación práctica del conocimiento sobre el uso del genoma en fitomejoramiento.

Objetivos de Aprendizaje (Sugeridos)

- Comprender los principios genéticos y moleculares que sustentan el fitomejoramiento mediante el uso del genoma.
- Analizar casos reales donde la genómica ha mejorado características agronómicas de cultivos importantes.
- Desarrollar habilidades para identificar problemas y proponer soluciones fitogenómicas aplicables en contextos agrícolas reales.
- Fomentar el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico a través del análisis de casos reales.

Casos de Estudio y Ejemplos Prácticos

Sesión	Caso de Estudio / Ejemplo Práctico	Descripción	Actividades Propuestas
--------	------------------------------------	-------------	------------------------

Sesión 1 (2 horas)	El mejoramiento genómico del arroz para resistencia a la sequía	Estudio de un proyecto real donde se usaron marcadores moleculares y selección asistida por marcadores para desarrollar variedades de arroz resistentes a la sequía. Se analiza el proceso desde la identificación de genes hasta la liberación de la variedad mejorada.	• Lectura previa del caso con datos genómicos y fenotípicos. • Discusión en grupos sobre los retos y resultados del proyecto. • Elaboración de un esquema que resuma las etapas del fitomejoramiento genómico aplicado. • Preguntas guía para reflexionar sobre el impacto en la agricultura local.
Sesión 1 (2 horas)	Aplicación de CRISPR en el mejoramiento del maíz para tolerancia a plagas	Caso donde se muestra el uso de edición genética para modificar genes específicos que confieren resistencia a insectos plaga en maíz, reduciendo el uso de pesticidas.	• Análisis de la tecnología CRISPR y su uso en fitomejoramiento. • Debate sobre ventajas y consideraciones éticas del uso de edición genética. • Simulación de diseño de una estrategia para editar un gen en un cultivo local.
Sesión 2 (2 horas)	Casos comparativos: Mejoramiento convencional vs. mejoramiento genómico en tomate	Comparación de resultados entre métodos tradicionales y métodos basados en genómica para mejorar la resistencia a enfermedades en tomate. Análisis de tiempos, costos y eficacia.	• Revisión de datos experimentales y resultados de ambos métodos. • Trabajo en grupos para identificar ventajas y desventajas de cada método. • Presentación grupal con propuestas para mejorar el proceso de fitomejoramiento en cultivos propios de la región.

Sesión 2 (2 horas)	Proyecto local: Propuesta de mejoramiento genómico para un cultivo regional (ej. papa, frijol o quinoa)	Caso ficticio basado en datos reales donde los estudiantes analizan las características agronómicas de un cultivo regional y proponen un plan de mejoramiento apoyado en herramientas genómicas.	• Identificación de problemas agronómicos relevantes para el cultivo. • Selección de posibles genes o marcadores asociados a dichas características. • Diseño de un plan básico de intervención genómica para mejorar el cultivo. • Discusión grupal para validar y retroalimentar las propuestas.
-----------------------	---	--	---

Recomendaciones para el Desarrollo de las Sesiones

- Proveer a los estudiantes materiales previos (artículos científicos, resúmenes de casos) para optimizar el tiempo en clase.
- Promover el trabajo colaborativo para desarrollar habilidades de comunicación y análisis crítico.
- Utilizar recursos visuales como mapas genéticos, diagramas de CRISPR y tablas comparativas para facilitar la comprensión.
- Incluir instancias de retroalimentación con el docente para aclarar dudas y profundizar conceptos clave.

Inicio - Activar

Actividad para Activar Conocimientos Previos: “Mapa Conceptual Inicial sobre Genoma y Fitomejoramiento”

Duración: 8 minutos

Objetivo de la actividad: Activar y explorar los conocimientos previos de los estudiantes sobre conceptos clave relacionados con el genoma y el fitomejoramiento, facilitando la conexión con los objetivos de aprendizaje del plan.

Descripción: Al inicio de la primera sesión, los estudiantes trabajarán de forma individual o en parejas para construir un mapa conceptual básico que relacione términos fundamentales como “genoma”, “ADN”, “fitomejoramiento”, “variabilidad genética”, “cultivos” y “tecnologías genómicas”. Esta actividad permite al docente identificar las ideas previas y posibles malentendidos para orientar mejor el desarrollo del caso.

Procedimiento:

- El docente entrega a cada estudiante o pareja una hoja con los términos clave (o los proyecta en pantalla).
- Los estudiantes tienen 5 minutos para organizar y conectar los términos en un mapa conceptual, agregando breves frases o palabras que expliquen las relaciones.

- Durante los últimos 3 minutos, se realiza una breve puesta en común en plenaria donde algunos estudiantes comparten su mapa y el docente anota las ideas principales en la pizarra o pantalla.

Conexión con los objetivos de aprendizaje:

- Facilita la identificación del nivel de comprensión inicial sobre el uso del genoma en fitomejoramiento.
- Prepara a los estudiantes para abordar el caso con un enfoque consciente de sus conocimientos previos.
- Promueve la participación activa y el pensamiento crítico desde el inicio de la sesión.

Inicio - Contextualizar

Contextualización para la fase de inicio

En la actualidad, la seguridad alimentaria mundial enfrenta grandes desafíos debido al crecimiento acelerado de la población, el cambio climático y la disminución de tierras agrícolas productivas. Como estudiantes de Ingeniería Agronómica, están en una posición privilegiada para comprender y aplicar soluciones innovadoras que revolucionen la agricultura. El fitomejoramiento basado en el uso del genoma representa una de las herramientas más prometedoras para aumentar la productividad, mejorar la resistencia a plagas y enfermedades, y adaptar cultivos a condiciones ambientales adversas.

Quizás muchos de ustedes han notado cómo ciertos cultivos que consumen diariamente, como el maíz, el trigo o la soya, han cambiado a lo largo del tiempo; estos cambios no son casuales, sino resultado de procesos científicos avanzados que hoy en día incorporan el análisis genómico. Además, en noticias recientes, se han reportado avances en la edición genética de cultivos que permiten reducir el uso de agroquímicos y mejorar la calidad nutricional, lo cual impacta directamente en la salud y economía de las comunidades agrícolas y consumidores.

Al abordar este tema durante las próximas dos sesiones, los invitamos a reflexionar sobre cómo el conocimiento del genoma puede transformar la agricultura del futuro y cuál será su rol como futuros profesionales para impulsar estas innovaciones. Comprenderán no solo los aspectos técnicos, sino también las implicaciones éticas, sociales y ambientales que conlleva el uso de la biotecnología en el fitomejoramiento.

Este aprendizaje no solo enriquecerá su formación académica, sino que también los preparará para contribuir activamente a soluciones reales que impactan la vida cotidiana de millones de personas, desde el campo hasta la mesa.

Desarrollo - Tareas

Tareas Estructuradas para la Fase de Desarrollo

Las siguientes tareas están diseñadas para desarrollarse en las dos sesiones de 2 horas cada una, integrando la metodología de Aprendizaje Basado en Casos (ABC). Cada tarea se enfoca en promover el análisis crítico, la aplicación práctica y la colaboración entre estudiantes para profundizar en el uso del genoma en fitomejoramiento.

Tarea	Instrucciones	Tiempo Estimado	Producto Esperado	Objetivo de Aprendizaje Conectado
1. Análisis del Caso Genómico	• En grupos de 4, lean el caso proporcionado que describe un proyecto de fitomejoramiento basado en análisis genómicos. • Identifiquen y discutan las principales técnicas genómicas usadas y los desafíos enfrentados. • Elaboren un esquema que resuma el proceso y resultados clave del caso.	90 minutos	• Esquema visual o mapa conceptual del caso. • Lista de desafíos y soluciones propuestas.	Comprender las técnicas genómicas aplicadas en fitomejoramiento y su relevancia práctica.
2. Propuesta de Estrategia Genómica para un Cultivo	• Individualmente, seleccionen un cultivo de interés (puede ser local o globalmente relevante). • Basándose en lo discutido en el caso, diseñen una estrategia genómica para mejorar una característica específica del cultivo. • Describan las técnicas genómicas que utilizarían, los posibles beneficios y limitaciones.	90 minutos	• Documento breve (1-2 páginas) con la propuesta de estrategia. • Justificación científica de la elección de técnicas.	Aplicar conocimientos del genoma para diseñar estrategias de fitomejoramiento innovadoras.
3. Debate y Retroalimentación entre Pares	• En grupos, presenten sus propuestas individuales. • Realicen una sesión de preguntas y respuestas para profundizar en las ideas. • Brinden retroalimentación constructiva y sugieran mejoras o alternativas.	60 minutos	• Registro de retroalimentación recibida y ajustes a la propuesta. • Reflexión corta sobre el aprendizaje obtenido en el proceso.	Fomentar el pensamiento crítico, la argumentación científica y la mejora colaborativa.

