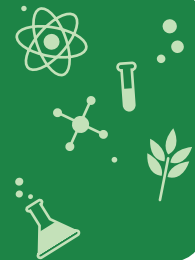


# ¿Cómo es la relación de las plantas con los herbívoros y los patógenos?



Recursos de aprendizaje relacionados (Pre clase)

Grado: 9°  
 UoL: ¿De qué está hecho todo lo que nos rodea?  
 LO: ¿Por qué existen animales venenosos e incluso mortales?

Grado: 10°  
 UoL: : ¿De qué está hecho todo lo que nos rodea?  
 LO: ¿Cómo se explica la selección natural a la luz de la genética?

Grado: 9°  
 UoL: : Extrayendo información de nuestro entorno: el análisis de tablas y gráficos.  
 LO: Reconocimiento de la función lineal y afín.

Grado: 8°  
 UoL: : ¿Cómo se relacionan los componentes del mundo?  
 LO: ¿Qué estrategias han desarrollado los seres vivos para defenderse del ataque de otros seres vivos?

Objetivos de aprendizaje

Explicar la respuesta de las plantas a la presión selectiva que ejercen los herbívoros y patógenos sobre ellas.

Habilidad / Conocimiento (H/C)


1. Explica el papel de algunas toxinas vegetales y su efecto en los herbívoros, patógenos y plantas competidoras.
2. Describe la naturaleza de la “carrera armamentista” de las plantas frente a los herbívoros y patógenos.
3. Da ejemplos de bioensayos que emplea la comunidad científica para comprender las interacciones de las plantas con herbívoros y patógenos.
4. Investiga algunas publicaciones científicas donde se exponen los resultados y conclusiones de experimentos sobre la relación de las plantas con herbívoros y patógenos.

Flujo de aprendizaje



1. **Introducción**
  - 1.1 Mecanismos de defensa.
2. **Objetivos de aprendizaje**
3. **Contenido**
  - 3.1 Actividad 1: La “lucha” de las plantas, herbívoros y patógenos (H/C 1 y 2)
  - 3.2 Actividad 2: Investigaciones científicas (H/C 3 y 4)
4. **Resumen**
5. **Tarea:** ¿Qué resultados arroja la investigación científica?



Permitir que los estudiantes tengan un acercamiento con el campo de la investigación científica que recoge los procedimientos que se realizan para descubrir las relaciones de plantas con herbívoros y patógenos.

Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
<p>Introducción</p> 	<p>Introducción</p>	<p><b>Mecanismos de defensa.</b></p> <p>Los estudiantes llegan al estudio de este tópico con conocimientos previos sobre los mecanismos de defensa, que poseen las plantas, tanto químicos como morfológicos, los cuales han sido abordados en grados anteriores.</p> <p>En este sentido, el docente proyecta una noticia, cuyo propósito es que los estudiantes expliciten sus conocimientos previos y concepciones alternativas acerca de los temas tratados anteriormente.</p> <p><b>Noticia:</b> “la planta millonaria puede ser mortal”.</p> <p>Esta noticia tiene como objetivo darle a conocer a los estudiantes lo tóxicas que pueden llegar a ser algunas plantas y los efectos que estas producen en el organismo.</p> <p>Después de leer la noticia el estudiante se reúne con su grupo de trabajo para contestar las preguntas formuladas. Además, el docente se mueve a través de éstos para llevar a cabo un monitoreo del nivel de comprensión y confusión, y a su vez los estudiantes solicitar su apoyo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Con qué propósitos la planta sintetiza sustancias químicas de alto nivel de toxicidad?</li> <li>2. ¿El mecanismo a través del cual la planta produce las sustancias tóxicas con el fin de defenderse es considerado como químico o morfológico?</li> </ol> <p>Argumenta tu respuesta.</p>	<p><b>Recurso digital:</b></p> <p>periódico Info-Tic</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre los mecanismos de defensa químico y morfológico?</li> <li>4. La información brindada es acerca de una planta en particular, ¿crees que es posible que otras plantas que vemos día a día sean altamente tóxicas si son consumidas?</li> <li>5. ¿Frente a quienes se defiende la planta? ¿Por qué?</li> <li>6. La planta millonaria es ornamental y la podemos encontrar en muchos jardines y dentro de muchas viviendas en el país, dada su alta toxicidad, ¿crees que le estamos dando un uso inadecuado?</li> </ol>	
<b>Objetivos</b> 	<b>Objetivos</b>	<b>Objetivo:</b>  Después de la socialización de las experiencias diseñadas para dar a conocer la solución a los interrogantes planteados, el docente les solicita a los estudiantes que formulen los objetivos de aprendizaje que orientarán el desarrollo de la clase. Luego, les presenta el objetivo planteado para esta.	<b>Recurso:</b>  Cuadro interactivo.
<b>Contenido</b> 	El docente presenta el tema	<b>Actividad 1:</b> <b>La “lucha” de las plantas, herbívoros y patógenos (H/C 1 y 2).</b>  Los herbívoros son organismos que para subsistir se alimentan de plantas vivas. Sin embargo, las plantas no son pasivas ante este hecho y utilizan todo su potencial químico y físico para defenderse. El papel de algunas toxinas vegetales es el de evitar ser consumidas y el efecto en los herbívoros incluso puede llegar a ser la muerte.  En este sentido, el docente para abordar el efecto de las toxinas vegetales en los herbívoros, muestra una situación sobre la muerte de un grupo de antílopes que se alimentan de una especie vegetal particular. Para ello, organiza	<b>Actividad tipo:</b>  Recurso de texto con pestañas



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>los estudiantes en pequeños grupos de discusión donde deben resolver una serie de interrogantes acerca de la situación en consideración.</p> <p>La situación tiene como propósito generar en el estudiante la reflexión acerca de lo que se está presentando y así inducirlo a que se formule preguntas e idee una manera de abordar la situación problema con tal de conocer por qué esta se presenta.</p> <p><b>Situación: la muerte de los antílopes.</b></p> <p>En Sudáfrica, en una muy grande sabana llamada la provincia de Limpopo habitan numerosos antílopes. En el año 1980, en la temporada de invierno, donde las noches son frescas y los días son exageradamente calientes, la vegetación cada vez era más escasa. Por ello, los antílopes solo se podían alimentar de hojas de acacia que son las que dominaban el paisaje en esa temporada.</p> <p>Así pues, durante este invierno, algo extraño les sucedió a los antílopes. Día a día morían uno tras otro a pesar de que éstos gozaban de una buena salud, esto provocó una gran preocupación por parte de los granjeros, lo cual hizo que indagarán acerca de la causa de dicho evento.</p> <p>Para ello, contrataron un grupo de científicos de una prestigiosa universidad con el fin de que indagaran acerca de la situación problemática. Después de que ellos llevaron a cabo el estudio de campo donde recogieron los diferentes datos y los analizaron, emitieron un juicio en el cual afirmaba que los antílopes murieron por envenenamiento, causado por una alta concentración de taninos, que es una sustancia producida por las hojas de las acacias.</p>	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explica: ¿Qué son los taninos? ¿Qué función cumplen los taninos en las plantas?</li> <li>2. ¿Qué funciones cumplen las sustancias tóxicas producidas por las plantas?</li> <li>3. ¿Cómo crees que la planta produce las diversas sustancias tóxicas? ¿De qué procesos químicos pueden derivar éstas?</li> </ol>	
		<p>El docente expone que los animales herbívoros no son los únicos que son afectados por las toxinas vegetales. De hecho, los patógenos y plantas competidoras con relaciones no benéficas, también son organismos que provocan que otras plantas se alarmen y se defiendan.</p> <p>La defensa de las plantas no siempre es efectiva. Ha sido una constante “lucha” de las plantas frente a los herbívoros y patógenos. En ambos casos (planta-herbívoro o planta-patógeno) las dos partes se han “armado” para poder defenderse uno de otros.</p> <p>Para que los estudiantes comprendan las anteriores situaciones, en primera instancia el docente muestra fotografías de diferentes partes de la planta que han sido infectadas por agentes patógenos, con el propósito que ellos puedan hacer algunas inferencias del por qué están así. El propósito de esta representación es que los estudiantes comiencen a comprender el mecanismo de defensa química que poseen algunas plantas (sus posibilidades de respuesta codificadas genéticamente).</p>	<p><b>Actividad tipo.</b></p> <p>Paginación.</p>
			<p><b>Actividad tipo.</b></p> <p>Botones para acceder a información y paginación.</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Después de observar las imágenes el docente le pide a los estudiantes que le den respuesta a los siguientes interrogantes:</p> <p>¿Por qué organismos crees que pudieron ser infectadas estas plantas?</p> <p>¿Estas plantas podrán superar dichas afecciones? En caso de que lo logren, ¿qué mecanismos utilizarían?</p> <p>A continuación el docente muestra información de importancia a través del recurso digital, con el propósito que los estudiantes puedan comprender el mecanismo de defensa químico que tienen codificado genéticamente las plantas para dar las respuestas de defensa respectivas. Pero también, que tengan conocimientos acerca la especificidad de las relaciones entre planta-patógeno.</p> <hr style="border-top: 1px dashed #000;"/> <p><b>Información en el recurso digital:</b></p> <p>Las plantas están expuestas a patógenos de diversa naturaleza que pueden causarles enfermedades e incluso la muerte. Y así como otros organismos, las plantas poseen mecanismos para defenderse de ellos. Su estudio ha servido a los científicos para el desarrollo de nuevas estrategias que permitan controlar a los patógenos vegetales que causan un impacto negativo en las cosechas.</p> <p>Las plantas se encuentran en continuo contacto con otros organismos. Bajo condiciones naturales, ellas interactúan además con un gran número de microorganismos potencialmente patogénicos. Sin embargo, las plantas normalmente permanecen sanas, debido en parte, a la manifestación de varios mecanismos de defensa. Es decir, a pesar de la llegada diaria de millones de patógenos de toda clase que pueden causar enfermedades a la planta, pocas veces ocurre, siendo la enfermedad la excepción y no la regla.</p>	<p><b>Actividad tipo.</b></p> <p>Secuencia</p>





Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p><b>Mecanismos de defensa de la planta.</b></p> <p>Las plantas pueden presentar una defensa pasiva o preformada, que existe antes de que el patógeno llegue. En este tipo de defensa se encuentran dos tipos de barreras: estructurales o físicas (presencia de pelos (tricomas), cera cuticular, grosor de la cutícula y de la pared celular, composición de la pared celular; forma, tamaño y comportamiento de los estomas y lenticelas) y barreras bioquímicas (Compuestos como fenólicos, saponinas, lectinas...).</p> <p>En ocasiones el patógeno es capaz de superar las estructuras de defensa preexistentes y penetra al hospedero; el cual podrá responder formando una o más estructuras que tratan de detener su avance. Lo anterior, da lugar a la defensa activa, en donde también hay barreras morfológicas y bioquímicas, pero estas sustancias bioquímicas dependen de ser sintetizadas, si la planta reconoce que hay un patógeno, y si es el caso se producirán elicitores.</p> <p><i>Pero... ¿Qué es un elicitor?</i></p> <p>Cuando un patógeno quiere infectar a una planta, lo que le sucede es que emite sus toxinas y enzimas para empezar a degradar las células vegetales, la célula vegetal interpreta esa agresión y comienza a aparecer un mensajero (sustancia química, como por ejemplo las fitoalexinas) que va a llevar un mensaje de alerta para poner en movilización a todas las células de la planta. En conclusión, lo que hace un elicitor en definitiva es provocar una multiplicación del sistema de alarma en toda la planta.</p> <p><b>Especificidad de las interacciones planta-patógeno</b></p> <p>Las plantas y los patógenos están en constante interacción y en ocasiones, el tipo de interacción es muy específico; se</p>	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>crea que esta especificidad es el resultado de una evolución entre ambos organismos (planta (hospedero), patógeno (huésped)).</p> <p>La especificidad de estos dos organismos depende del genotipo de ambos. Un patógeno puede ser muy patogénico o poco patogénico para un hospedero determinado. El grado de patogenicidad se define frecuentemente como virulencia.</p> <p><b>Virulencia:</b> significa «lleno de veneno» y designa el carácter patogénico y nocivo de un microorganismo, como una bacteria, hongo, protozoo, microalga o virus, o en otras palabras, la capacidad de un microorganismo de causar enfermedad.</p> <p>Para estudiar y comprender cualquier interacción planta-patógeno es necesario tomar en cuenta los dos componentes del sistema.</p> <p>Se debe estudiar la virulencia o avirulencia de un patógeno siempre en relación con la resistencia o susceptibilidad del hospedero. Para dar la importancia adecuada a la interrelación entre los dos organismos es conveniente utilizar los términos <i>interacción compatible e interacción incompatible</i>.</p> <p>Una relación compatible se refiere a una interacción entre un patógeno virulento y plantas susceptibles, mientras que una relación incompatible se establece cuando el hospedero es resistente y el patógeno es avirulento.</p> <p>Las interacciones incompatibles (hospedero resistente, patógeno avirulento) se caracterizan por estar mediadas por sistemas de reconocimiento que activan la expresión de mecanismos de defensa que frecuentemente están asociados a la manifestación de la reacción hipersensible.</p> <p>Por el contrario, en las interacciones compatibles (hospedero susceptible,</p>	





Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>patógeno virulento), el reconocimiento no se lleva a cabo, la respuesta de defensa no es activada y la enfermedad se establece.</p> <p>Lo anterior, es lo que se conoce como el modelo de gen a gen. Este modelo predice que la activación de los mecanismos de defensa que culminan en la resistencia de la planta a la enfermedad, ocurrirá cuando la planta posea un gen de resistencia (R) dominante, y el patógeno exprese el gen de avirulencia (Avr) complementario. El modelo se cumple para la mayoría de las interacciones con patógenos biótrosos .</p> <p>Después de observar esto, los estudiantes responden las siguientes preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué buscarán de las plantas los patógenos?</li> <li>2. En el texto, está la siguiente frase: "... pocas veces ocurre la enfermedad, siendo ésta la excepción y no la regla..." Argumenta ¿Por qué se hace alusión a ello? ¿Qué significado tiene la frase?</li> <li>3. ¿Qué es la defensa activa? Da ejemplos de las barreras morfológicas y bioquímicas que constituyen a éste tipo de defensa.</li> <li>4. ¿Qué son elicitores? ¿Qué función cumplen? Si no existieran ¿Qué podría ocurrir? Da ejemplos de dos de ellos.</li> <li>5. Existen "alarmas" o respuestas, que puede producir la planta a través de los elicitores, como: respuesta que puede ser inmediata de las células invadidas, respuestas locales y activación de genes. De acuerdo a la lectura, ¿cómo crees que funciona cada uno de estos mecanismos?</li> <li>6. Explica y comprende el modelo de gen a gen. Teniendo en cuenta cuándo es una interacción es compatible y cuándo no.</li> </ol> <p>El profesor como en cada ocasión, debe de socializar las respuestas de los grupos de trabajo, orientar la discusión e intervenir cuando identifique incidentes críticos y mediar para llegar a consensos.</p>	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p><b>Actividad 2:</b> <b>Investigaciones científicas (H/C 3 y 4)</b></p> <p>Esta actividad tiene el propósito de mostrar un ejemplo de bioensayo (proceso que determina la actividad biológica de una sustancia o de un material a partir de las respuestas que este produce en los seres vivos) realizado por investigadores para hacer estudios sobre las interacciones de las plantas con herbívoros. Para que los estudiantes tengan una acercamiento a este tipo de investigaciones, hacen una lectura del resumen de una investigación que se realizó para someter a prueba la hipótesis de que existe un compromiso entre el crecimiento de la planta y la defensa de la misma. Lo anterior, mediante un bioensayo donde se pone a prueba la aceptabilidad de hojas de diferentes especies por larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>. El cuerpo de conocimiento de la investigación se halla resumida en una animación, y más completa en el material del estudiante.</p> <p><b>Herbivoría en plantas de crecimiento rápido y lento de un bosque húmedo tropical de Colombia.</b></p> <p>Pachón E, Moreno M, Cuervo M (2010). Herbivoría en plantas de crecimiento rápido y lento de un bosque húmedo tropical de Colombia. Interacciones planta-animal: Ecología Evolutiva y Conservación. Recuperado desde: <a href="http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_25/file/INFORME%20FINAL%20CURSO%20DIRZO.pdf">http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_25/file/INFORME%20FINAL%20CURSO%20DIRZO.pdf</a></p> <p>En un bosque húmedo tropical del municipio de Mariquita, Tolima, se sometió a prueba la hipótesis de la disponibilidad de recursos, según la cual existe un compromiso entre el crecimiento y la defensa en las plantas. Esta hipótesis establece que no es posible invertir de manera simultánea recursos</p>	<p><b>Animación</b></p>





Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>para un crecimiento rápido y para la elaboración de sustancias tóxicas.</p> <p>Es decir, la “inversión” que las plantas hacen en su defensa, desvían recursos potencialmente asignables a su crecimiento, de tal forma que la tasa de crecimiento de las plantas determina en última instancia, la cantidad de recursos destinados a la defensa contra herbívoros.</p> <p>Para probar esta hipótesis se tomó una muestra aleatoria (donde cada individuo de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado) de 1495 hojas de veinte especies de plantas del bosque, diez de crecimiento rápido y diez de crecimiento lento, en las cuales se midió el índice de herbivoría. Esta muestra incluyó plantas de quince familias y quince géneros, tres de las cuales tienen relación de parentesco (de las familias Piperaceae, Ochnaceae y Clusiaceae), esto con el fin de probar si también las diferencias en el índice de herbivoría se deben a este tipo de relaciones.</p> <p>De esta manera, para determinar si existían diferencias en la aceptabilidad de las hojas de especies con hábitos de crecimiento rápido y lento (crecimiento rápido- menos toxicidad, crecimiento lento- más toxicidad), se realizó un bioensayo con larvas de la polilla <i>Spodoptera frugiperda</i>. Estas larvas se obtuvieron de una colonia establecida en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, criadas con una dieta artificial compuesta por harina de frijol, harina de maíz, levadura, agar, ácido ascórbico, ácido sórbico, caseína, metilparabeno, formaldehído al 10% y aceite de linaza; garantizando que las larvas no hayan tenido contacto con ninguna de las especies de plantas y no tuvieran diferencias alimenticias entre ellas.</p>	I



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Para evaluar la aceptabilidad de las hojas de especies de crecimiento lento y rápido se realizaron cortes de 2 cm<sup>2</sup> en las hojas de cada especie. Cada par de especies se colocó en una caja de Petri con una larva de estadio 3 o 4 (muchos animales para completar su crecimiento y llegar al estado adulto atraviesan unas etapas de crecimiento, usualmente llamadas estadios) que fueron sometidas a un régimen de inanición alimenticia de cinco horas y se evaluó el consumo 7 horas después, cuando alrededor del 50-60% del área foliar total había sido consumido. Los cortes de las hojas fueron hidratados con un algodón húmedo en el medio de la caja de Petri. El experimento se evaluó con 20 pares de especies, seleccionadas al azar, en los que se calculó el área foliar consumida por las larvas, en mm<sup>2</sup>.</p> <p>Los resultados apoyaron la hipótesis de disponibilidad de recursos, con índices de herbivoría significativamente más altos en las especies de crecimiento rápido. Los controles filogenéticos permitieron descartar que las diferencias observadas en la herbivoría se debieran a relaciones de parentesco entre los taxa. <i>Spodoptera frugiperda</i> prefirió las hojas de especies de crecimiento rápido, consumiendo más área foliar en estas especies, sugiriendo menor contenido de defensas químicas en estas plantas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuál era el objetivo de la investigación?</li> <li>2. ¿Por qué podemos denominar como bioensayo este procedimiento?</li> <li>3. ¿Cuáles fueron los resultados a que llegó el estudio?</li> <li>4. Según los resultados ¿De qué tipo de crecimiento fueron las plantas que más comieron las larvas? ¿Por qué? Ten en cuenta para ello la hipótesis sobre el crecimiento vs los niveles de defensa en las plantas.</li> <li>5. ¿A qué conclusiones llegaron los investigadores?</li> </ol>	<p>Graficas del movimiento uniforme acelerado</p> <p>Ilustración bungee jumping</p> <p>Animación de un movimiento parabólico.</p> <p>Muestra un cañón lanzando una bala,</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		6. ¿Cómo puedes relacionar este estudio con lo desarrollado en las anteriores actividades?	
<b>Resumen</b> 	Conclusión y cierre	<p>Como resumen se plantea una actividad de completar un esquema, en la que los estudiantes deberán escribir la información que se les solicite sobre diferentes conceptos que se han abordado a través de la clase. El esquema está estructurado a partir del concepto de mecanismos de defensa de las plantas. Los conceptos que se plantean son los de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismo de defensa pasivos (definición y ejemplos).</li> <li>• Mecanismo de defensa activos (definición y ejemplos).</li> <li>• Hipótesis gen por gen.</li> <li>• Bioensayos.</li> </ul>	<b>Actividad tipo.</b>  Árbol.
<b>Tarea</b> 	Evaluación (post-clase)	<p><b>¿Qué resultados arroja la investigación científica?</b></p> <p>Revisar algunos artículos científicos que desarrollen la temática trabajada, relación de las plantas con herbívoros. Responde las siguientes preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cómo están organizados (estructura, partes que lo componen) los artículos científicos?</li> <li>2. ¿Qué profesión tienen los investigadores que realizan este tipo de estudios?</li> <li>3. ¿Percibes alguna diferencia en la redacción empleada en los artículos científicos y la redacción de un periódico o revista no especializada?</li> <li>4. ¿Cuáles son las ventajas de que se lleve a cabo este tipo de estudios? ¿Por qué es importante que los resultados sean publicados?</li> </ol>	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Algunas revistas que puedes consultar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas.</li> <li>• Acta biológica colombiana.</li> <li>• Actualidades biológicas.</li> <li>• Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.</li> <li>• Revista de la facultad de ciencias de la Universidad Nacional.</li> </ul> <p>Por último, escoge el artículo que más te haya llamado la atención sobre la relación de las plantas con herbívoros y patógenos y léelo detalladamente, conoce y escribe sus principales resultados y conclusiones de experimentos (bioensayos).</p>	

