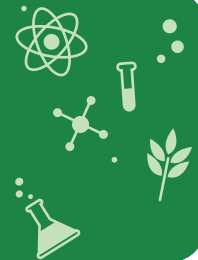


# ¿Cómo es la relación de las plantas con los herbívoros y los patógenos?



Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_

## Introducción

¡Los animales se pueden mover y las plantas no! Cuando un animal se siente atacado puede volar, correr, nadar, esconderse... se puede defender de multitud de maneras ¿Qué pasará con las plantas cuando se sienten atacadas y no puede hacer ninguno de estos movimientos? ¿Será que se rinde y solo espera la muerte?

¡Lee y descúbrelo!

## Actividad Introdutoria: Mecanismos de defensa.

1. Reúnete con tres compañeros y forma tu grupo de trabajo. Seguido, lee la noticia “la planta millonaria puede ser mortal”, emplea tus conocimientos previos acerca del tema respondiendo las preguntas que aparecen a continuación de la noticia.

### INFO.TIC



#### “La planta “millonaria” puede ser mortal”

La planta conocida como “millonaria”, usada como planta decorativa en casa o en oficinas, puede ser perjudicial.

Especialistas aseguran que su savia es altamente tóxica.

Esta planta esconde en sus hojas un peligro para la salud.

#### ⚠ ¡Cuidado con los síntomas!

El riesgo está dado por el contacto con sus hojas y savia. Este contacto puede provocar alteraciones generales sobre las mucosas, generando quemaduras en labios, lengua y faringe.

#### ¿Qué dicen los expertos?

Especialista en plantas asegura que: “su principio tóxico presenta cristales de oxalato de calcio y éstas están clasificadas de acuerdo al potencial tóxico”.

Complementa: “en el caso de la millonaria, ésta está clasificada dentro del grupo de las que tienen toxicidad moderada, y su daño dependerá de cada organismo.



 2. De acuerdo a la lectura que realizaste de la noticia, responde con tu grupo de trabajo las siguientes preguntas:

a. ¿Con qué propósitos la planta sintetiza sustancias químicas de alto nivel de toxicidad?

Handwriting practice area for question a, featuring a red vertical margin line on the left and six horizontal blue lines for text.

b. ¿El mecanismo a través del cual la planta produce las sustancias toxicas con el fin de defenderse es considerado como químico o morfológico? Argumenta tu respuesta.

Handwriting practice area for question b, featuring a red vertical margin line on the left and six horizontal blue lines for text.

c. ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre los mecanismos de defensa químico y morfológico?

Handwriting practice area for question c, featuring a red vertical margin line on the left and six horizontal blue lines for text.



d. 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? ¿Cuáles?

Blank writing area with horizontal lines for response.

e. ¿Frente a quienes se defiende la planta? ¿Por qué?

Blank writing area with horizontal lines for response.

f. 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?

Blank writing area with horizontal lines for response.

 3. Escribe los objetivos que consideras llegar a alcanzar durante la clase.

Blank writing area with horizontal lines for response.




## **Objetivos**

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

### **Actividad 1: La “lucha” de las plantas, herbívoros y patógenos.**

Los herbívoros son organismos que para subsistir se alimentan de plantas vivas. Pero ellas no les dejan la tarea tan fácil ¿por qué? ¡Descubre!

-  1. lee la siguiente situación e identifica y comprende qué pasó; responde las preguntas con tu grupo de trabajo.

#### **Situación: la muerte de los antílopes.**

En Sudáfrica, en una muy grande sabana llamada la provincia de Limpopo, habitan una considerable población de 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.

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.

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.

- a. Explica: ¿Qué son los taninos? ¿Qué función cumplen los taninos en las plantas?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

b. ¿Qué funciones cumplen las sustancias tóxicas producidas por las plantas?

Blank lined writing area for the answer to question b.

c. ¿Cómo crees que la planta produce las diversas sustancias tóxicas? ¿De qué procesos químicos pueden derivar éstas?

Blank lined writing area for the answer to question c.

¿Serán solo los herbívoros como animales e insectos los que causarán daño a las plantas?

👁️ 2. Observa las siguientes fotografías y luego responde:



a. ¿Por cuáles organismos crees que pudieron ser infectadas estas plantas?

Handwriting practice box with a red vertical margin line on the left and five horizontal blue lines for writing.

b. ¿Estas plantas podrán superar dichas afecciones? En caso de que lo logren, ¿qué mecanismos utilizarían?

Handwriting practice box with a red vertical margin line on the left and five horizontal blue lines for writing.

c. ¿Estas plantas podrán superar dichas afecciones? En caso de que lo logren, ¿qué mecanismos utilizarán?

Handwriting practice box with a red vertical margin line on the left and five horizontal blue lines for writing.



Conoce aún más sobre la defensa de estos sorprendentes seres vivos...

 3. Reúnete con tus compañeros, lean la siguiente información y respondan las preguntas:

## ¡La enfermedad, la excepción!

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.

Las plantas bajo condiciones naturales se encuentran en continuo contacto con un gran número de microorganismos potencialmente patogénicos. Sin embargo, las plantas normalmente permanecen sanas. Lo anterior 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 la enfermedad, siendo ésta la excepción y no la regla.

### Mecanismos de defensa de las plantas.

Las plantas pueden presentar una **defensa pasiva** o preformada (preexistente que existe antes de que el patógeno llegue). En esta defensa preexistente se encuentran dos tipos de barreras: **las 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, lenticelas, tejido interno de la planta, suberificación...) y **las barreras bioquímicas preformadas** (compuestos fenólicos, saponinas, lectinas...).

A pesar de esta defensa preformada de la planta, en ocasiones el patógeno es capaz de superar las estructuras de defensa preexistentes y penetra al hospedero; pero la planta puede de nuevo responder, formando una o más estructuras que tratan de detener su avance. Esto da lugar a la **defensa activa**, en donde también hay **barreras morfológicas** pero también hay **bioquímicas**. Cabe resaltar que las sustancias bioquímicas en este tipo de defensa dependen de ser sintetizadas si la planta reconoce que hay un patógeno y si éste es el caso, se producirán los elicitores que cumplirán un papel importante.

Pero... ¿Qué es un elicitore?

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 aparecer un mensajero (sustancia química, como por ejemplo las fitoalexinas) que va llevar un mensaje de alerta para poner en movilización a todas las células de la planta. En conclusión, lo que hace un elicitore en definitiva es provocar una multiplicación del sistema de alarma en toda la planta.

### Especificidad de las interacciones planta-patógeno

Las plantas y los patógenos están en constantes interacciones, pero éstas algunas veces son muy específicas, se cree que esta especificidad es el resultado de una evolución entre ambos organismos (planta-hospedero, patógeno- huésped). La especificidad de estos dos organismos depende del genotipo de ambos. Un patógeno, puede ser muy patogénico o poco patogénico para un hospedero dado, el grado de patogenicidad se define frecuentemente como *virulencia*.



Por lo tanto, para estudiar y comprender cualquier interacción planta-patógeno es necesario tomar en cuenta los dos componentes de sistema. 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 **interacción compatible** e **interacción incompatible**.

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 (Figura N°1).

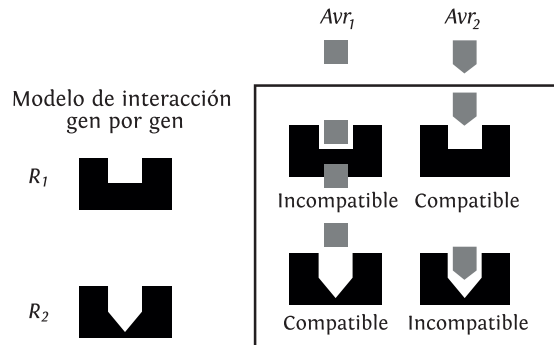


Figura N°1: Modelo de interacción gen por gen.

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. Por el contrario, en las interacciones compatibles (hospedero susceptible, patógeno virulento), el reconocimiento no se lleva a cabo, la respuesta de defensa no es activada y la enfermedad se establece.

En conclusión, las plantas tienen mecanismos de defensa que existen antes de que el patógeno llegue y mecanismos que se producen después del “ataque” de éste. Sin embargo, estas relaciones de interacción entre los dos organismos en mención, en ocasiones son compatibles y en otras, incompatibles. Es decir, dependiendo del tipo de relación se podrán o no, activar los mecanismos de defensa activos.

**4. Comprende muy bien el texto con tu grupo de trabajo y para poder dar respuesta a los siguientes interrogantes.**

a. ¿Qué buscaran de las plantas, los patógenos y las plantas competidoras?

---

---

---

---

---

---

---

---





b. 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?

Handwriting practice area with a red vertical margin line on the left and seven horizontal blue lines for writing.

c. ¿Qué es la defensa activa? Dé ejemplos de las barreras morfológicas y bioquímicas de éste tipo de defensa.

Handwriting practice area with a red vertical margin line on the left and seven horizontal blue lines for writing.

d. ¿Qué son elicitores? ¿Qué función cumplen? Si no existieran ¿Qué podría ocurrir? Dé ejemplos de dos de ellos.

Handwriting practice area with a red vertical margin line on the left and seven horizontal blue lines for writing.



Blank writing area with horizontal lines and a red margin line on the left.

e. 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?

Blank writing area with horizontal lines and a red margin line on the left.

f. Explica y comprende el modelo de gen a gen. Teniendo en cuenta cuándo es una interacción es compatible y cuándo no.

Blank writing area with horizontal lines and a red margin line on the left.



## Actividad 2: Investigaciones científicas.

Muchos son los experimentos que realiza la comunidad científica, como los bioensayos. Éstos, se utilizan para hacer estudios sobre las interacciones de seres vivos, como son las plantas con los herbívoros.



### 1. Trabaja en equipo

A continuación, lee y comprende el resumen de una investigación que se realizó por científicos colombianos y responde con tu grupo de trabajo las preguntas que aparecen a continuación.

## Herbívora en plantas de crecimiento rápido y lento de un bosque húmedo tropical de Colombia.

Eliana Martínez Pachón, María Inés Moreno Pallares y Mónica Adriana Cuervo Martínez.

*Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias – Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria, Carrera 30 No. 45 - 03, Bogotá, Colombia. emartinezpa@unal.edu.co, mimorenop@unal.edu.co, macuervom@unal.edu.co*

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 para un crecimiento rápido y para la elaboración de sustancias tóxicas.

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.

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.

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 *Spodoptera frugiperda*. 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.

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, debe de atravesar 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>.

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 las taxa. *Spodoptera frugiperda* prefirió las hojas de especies de crecimiento rápido, consumiendo más área foliar en estas especies, sugiriendo menor contenido de defensas químicas en estas plantas.

a. ¿Cuál era el objetivo de la investigación?

Blank lined area for writing the answer to question a.

b. ¿Por qué podemos denominar como bioensayo este procedimiento?

Blank lined area for writing the answer to question b.



c. ¿Cuáles fueron los resultados a los que llegó el estudio?

Blank lined writing area for the answer to question c.

d. Según los resultados ¿Qué tipo de crecimiento tuvieron 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.

Blank lined writing area for the answer to question d.



e. ¿A qué conclusiones llegaron los investigadores?

Blank lined writing area for question e.

f. ¿Cómo puedes relacionar este estudio con lo desarrollado en las anteriores actividades?

Blank lined writing area for question f.





## Resumen



Realiza un esquema, completándolo con la información requerida.

- Mecanismo de defensa pasivos (definición y ejemplos)
- Mecanismo de defensa activos. (definición y ejemplos)
- Hipótesis gen por gen.
- Bioensayos.





## Tarea

¿Qué resultados arroja la investigación científica?



1. Revisa algunos artículos científicos que desarrollen la temática trabajada, relación de las plantas con herbívoros. Responde las siguientes preguntas:

a. ¿Cómo están organizados (estructura, partes que lo componen) los artículos científicos?

Blank writing area for question a, featuring a vertical red margin line on the left and horizontal blue lines for text.

b. ¿Qué profesión tienen los investigadores que realizan estos tipos de estudios?

Blank writing area for question b, featuring a vertical red margin line on the left and horizontal blue lines for text.

c. ¿Percibes alguna diferencia en la redacción empleada en los artículos científicos y la redacción de un periódico o revista no especializada?

Blank writing area for question c, featuring a vertical red margin line on the left and horizontal blue lines for text.






d. ¿Cuáles son las ventajas de que se lleve a cabo este tipo de estudios?  
¿Por qué es importante que los resultados sean publicados?

Blank lined writing area for student response.

Algunas revistas que puedes consultar, son:

- Revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas.
- Acta biológica colombiana.
- Actualidades biológicas.
- Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Revista de la facultad de ciencias de la Universidad Nacional.

 2. Escoge el artículo que más te haya gustado sobre la relación de las plantas con herbívoros y patógenos y léelo detalladamente, conoce y escribe sus principales resultados y conclusiones de experimentos (bioensayos).

Experimento:

Blank lined writing area for student response.



**Resultados:**

**Conclusiones:**

**Otros comentarios:**

