



INDUCTORES DE RESISTENCIA - QUITOSANO

MITOS Y REALIDADES



EVOLUCIÓN



- Durante el proceso evolutivo, las plantas han desarrollado diferentes formas de adaptación a las condiciones ambientales, tanto bióticas como abióticas, adaptaciones que les han permitido establecerse de manera exitosa (Gómez et al., 2011).
- Del mismo modo, los patógenos de las plantas, han desarrollado estrategias de ingreso, que les permitan penetrar y tomar aquellos requerimientos que le ofrece su objetivo a atacar; para lo cual han desarrollado mecanismos de ingreso a partir de factores mecánicos, enzimáticos, ingresando por aperturas naturales como estomas, prolongaciones citoplasmáticas, poros cuticulares, entre otros (Heil, 2004).
- Pueden existir infecciones por hongos, bacterias, virus, nemátodos (raíces) y afectación por insectos que también pueden ser vectores de otros patógenos.

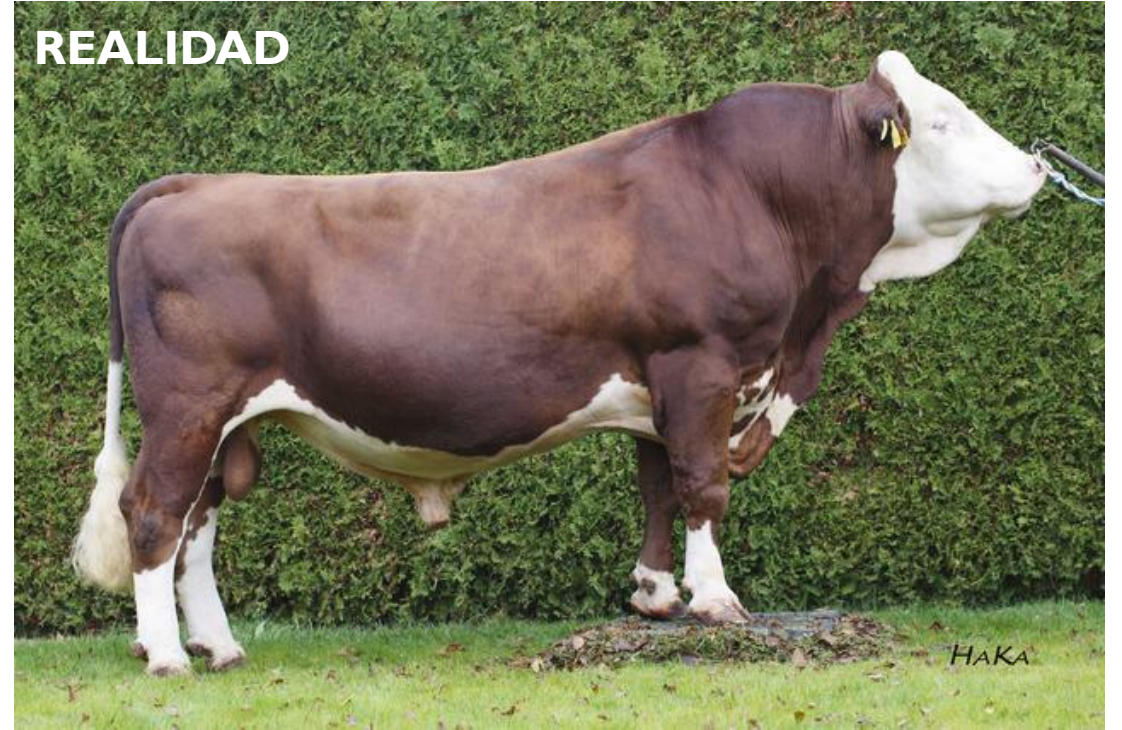
¿MITO O REALIDAD?

LAS PLANTAS **NO** TIENEN SISTEMAS DE DEFENSAS

MITO



REALIDAD



ES UN MITO

LAS PLANTAS **SI** TIENEN SISTEMAS DE DEFENSAS

MECANISMOS DE DEFENSAS DE LAS PLANTAS



Las plantas han desarrollado mecanismos de defensas

- **Defensa pasiva**

Aquellas características físico-químicas preexistentes en las plantas

- **Defensa activa**

El mecanismo de defensa activo, hace referencia al proceso de resistencia sistémica, siendo aquel que se genera luego de que la planta detecta que está siendo afectada por el medio. Ante una afectación proveniente de un patógeno, se activa el mecanismo de defensa.

Una vez activado el mecanismo de defensa, se generará la respuesta de la planta, la cual puede ser de expresión de genes específicos para defenderse del patógeno, la síntesis de fitoalexinas, la generación de respuestas como la construcción de barreras estructurales y la repuesta hipersensible, cuyo exponente visual más impactante es el proceso de muerte celular programada. (M. Dotor, M. Cabezas, 2014)

DEFENSA CONSTITUTIVA

DEFENSA PASIVA

- Asociada a condiciones preexistentes en las plantas.
- Características estructurales que son barreras, como son cutinas, suberinas, ceras y tricomas.
- Este o no la planta en presencia de un ataque de patógeno
- La Lignina, a pesar de ser constitutiva de la planta, se convierte en un mecanismo de defensa que deja de considerarse pasivo, ya que su síntesis puede verse incrementada o disminuida ante el ataque de un patógeno o diversas condiciones ambientales (Heil, 2000 y 2004)

DEFENSA ACTIVA

- Sustancias que son asociadas a productos del metabolismo secundario.
- Son sintetizados de forma relativamente constante por la planta y ofrecen defensa al ataque de patógenos.
- Algunos terpenos, fenoles, flavonoides, isoflavonoides, glucosinolatos, glicósidos cianogénicos, aminoácidos no proteicos, y algunas proteínas (PR) para repeler o “disuadir” al patógeno
- Respuesta hipersensible (RH) muerte de las células infectadas por el patógeno que impiden su propagación dentro de la planta

DEFENSA INDUCIDA O RESISTENCIA INDUCIDA



- La resistencia inducida, es aquella que ocurre como respuesta al ataque de un patógeno a una planta.
- Esta respuesta inicia de manera local al poco tiempo de detectarse el ataque del patógeno.
- Existen diferentes mecanismos de resistencia inducida, los cuales han sido categorizados como resistencia sistémica adquirida (SAR), resistencia sistémica inducida (RSI) y resistencia hipersensible (RI)
- La activación de resistencia sistémica adquirida (SAR), reduce la efectividad del ataque del patógeno. Heill (2000)

RESISTENCIA INDUCIDA

La resistencia inducida es un estado fisiológico de capacidad de defensa aumentada por un estímulo ambiental específico, en el cual donde las defensas innatas de la planta son potenciadas contra subsecuentes desafíos bióticos (van Loon et al., 1998).

- Este estado de resistencia incrementado es efectivo contra un amplio rango de patógenos y parásitos que incluyen hongos, virus, nematodos, plantas parásitas y aún insectos herbívoros (Sticher et al., 1997; van Loon et al., 1998).
- Las dos formas de resistencia inducida más estudiadas son: SAR e ISR, las cuales pueden ser diferenciadas con base en la naturaleza del inductor y las vías regulatorias involucradas

• Systemic Acquired Resistance

SAR



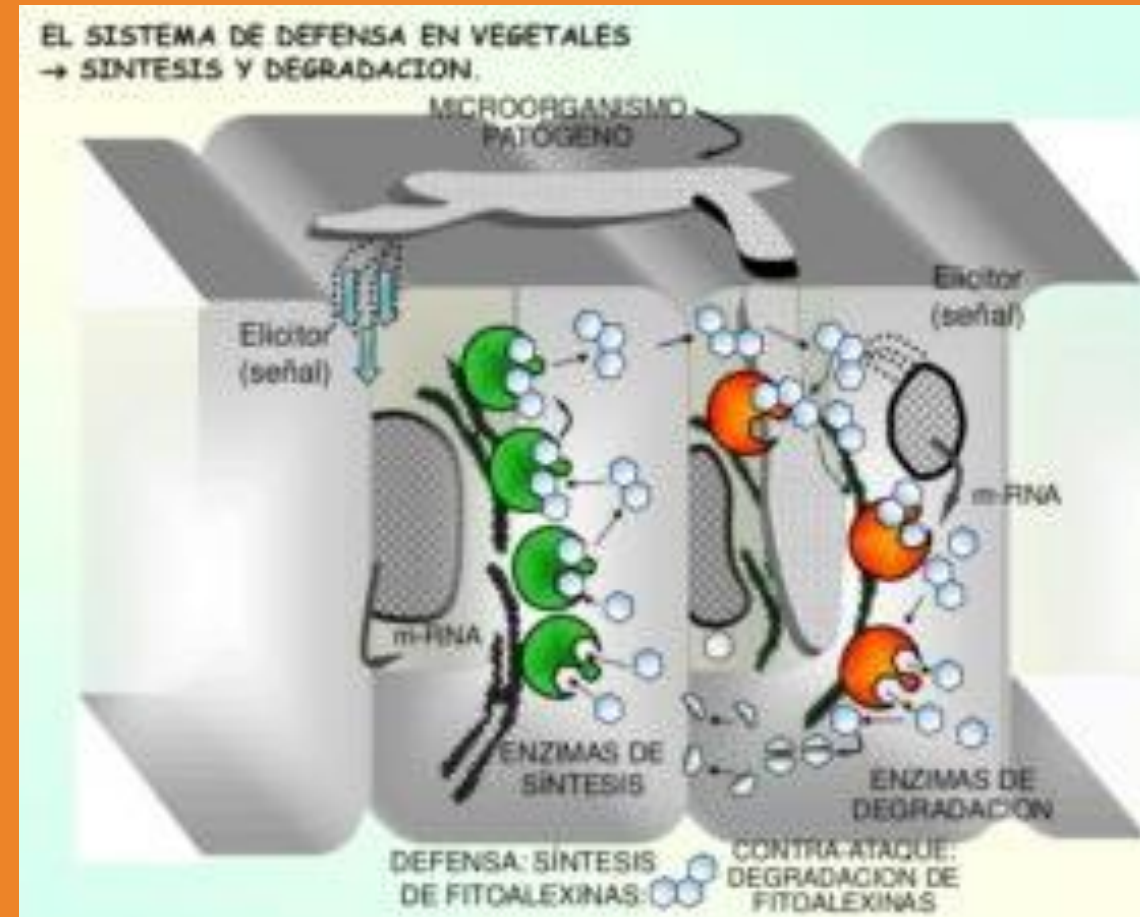
• Induced Systemic Resistance

ISR



ACTIVACIÓN DE RESPUESTA INDUCIDA

- **ELICITOR:** grupo diverso de compuestos estructurales (extrínsecos o aportados) que actúan como moléculas señalizadoras cuando existe peligro, generan una respuesta de defensa de la planta frente a diferentes patógenos (insectos, hongos o bacterias) o ante el daño mecánico producido por los herbívoros.
- **FITOALEXINAS:** son compuestos antimicrobianos que se acumulan en algunas plantas en altas concentraciones, después de infecciones bacterianas o fúngicas y ayudan a limitar la dispersión del patógeno.



¿MITO O REALIDAD?

EL SISTEMA DE DEFENSA DE LAS PLANTAS ES AFECTADO POR EL ESTRÉS

MITO



REALIDAD



ES UNA REALIDAD

EL SISTEMA DE DEFENSAS DE LAS PLANTAS ES AFECTADO POR EL ESTRÉS



EL ESTRÉS Y LAS DEFENSAS DE LAS PLANTAS

Algunas veces el sistema de defensa de las plantas se ve afectado por factores externos, incluso a veces provocado por nosotros mismos

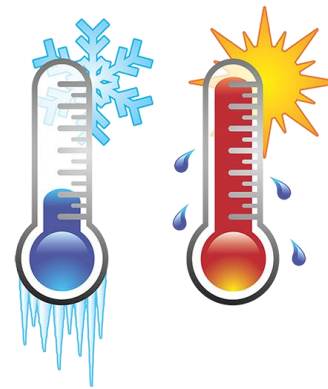
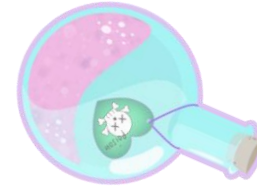
Uso excesivo
de
agroquímicos



Cambios de
temperatura
y/o humedad



Factores
climáticos



¿MITO O REALIDAD?

LA QUITINA Y EL QUITOSANO ES LO MISMO



ES UN MITO

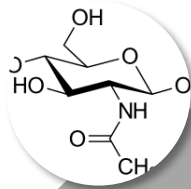


EL QUITOSANO ES UN DERIVADO DE LA QUITINA

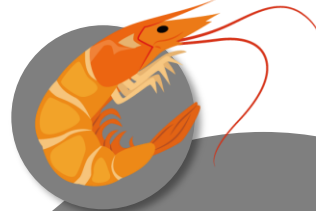
¿QUÉ ES LA QUITINA?



Es un carbohidrato que forma parte de las paredes celulares de los hongos, del exoesqueleto de los artrópodos, **crustáceos** y algunos órganos de otros animales



Es un polisacárido compuesto de unidades de **acetil-glucosamina**

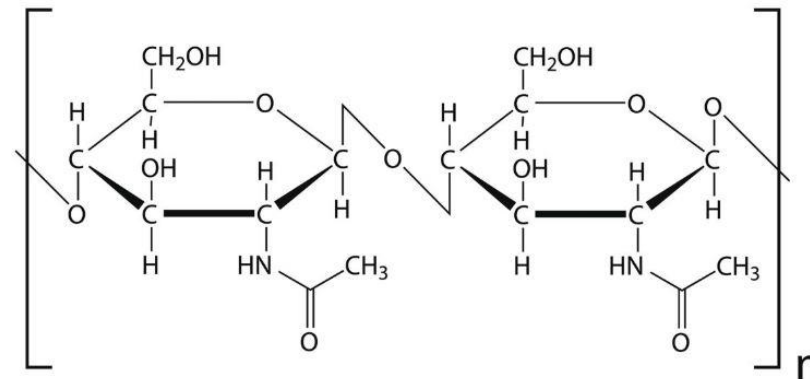


Es el segundo polímero natural más abundante después de la celulosa



La QUITINA es un polisacárido grande y estructural hecho de cadenas de glucosa modificada

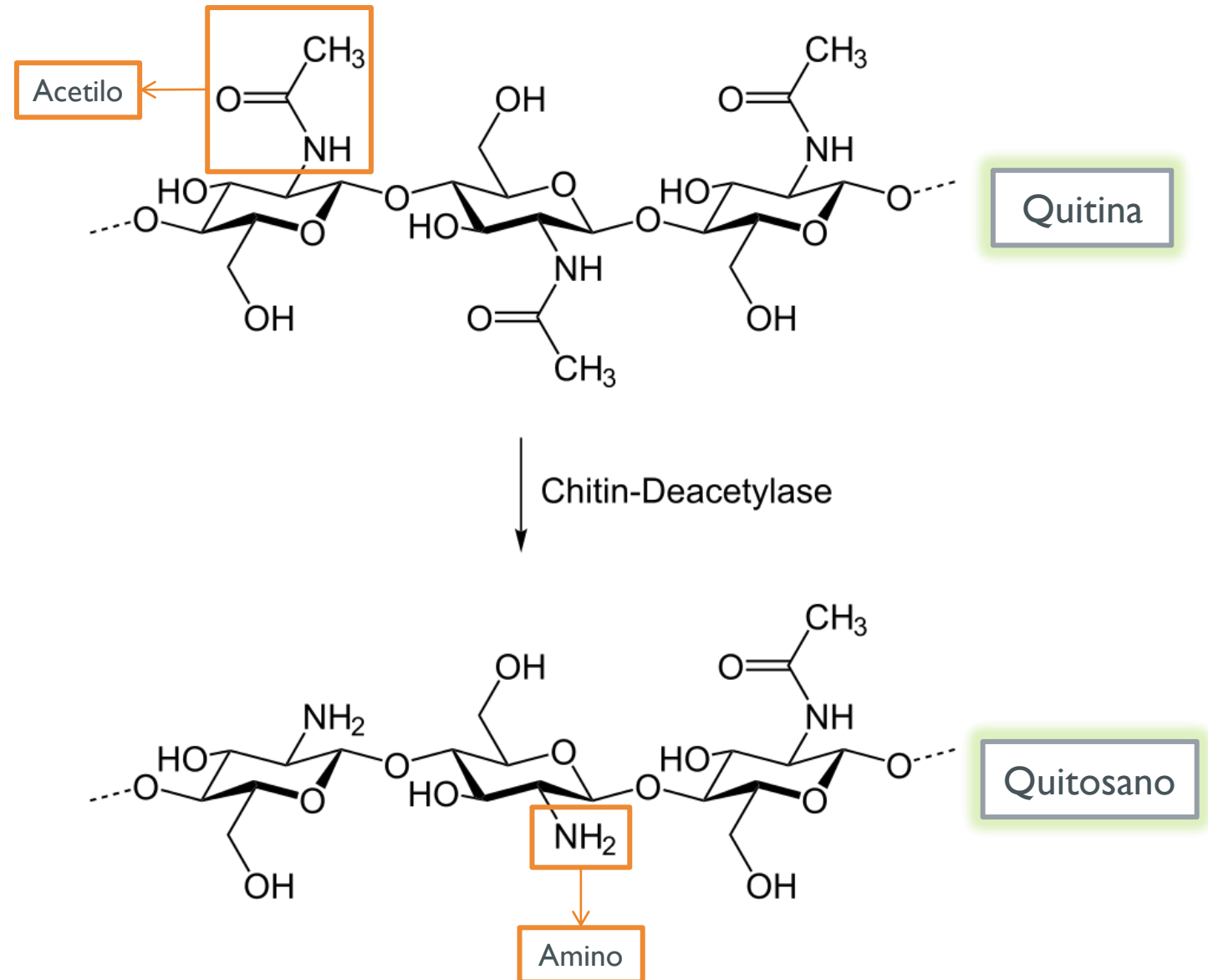
QUITINA



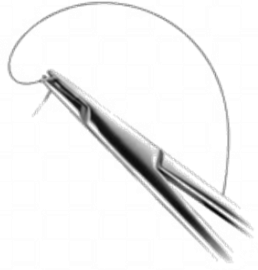
¿DE DÓNDE VIENE EL QUITOSANO

Del proceso de desacetilación de la quitina.

La desacetilación produce la eliminación de grupos acetilo ($\text{C}=\text{O}-\text{CH}_3$) dando lugar a la formación de grupos reactivos aminos (NH_2)



USOS DEL QUITOSANO



BIOMEDICINA

Suturas biodegradables
Agente cicatrizante en quemaduras
Tratamiento de artrosis



MEDIO AMBIENTE

Tratamiento de efluentes
Captación de metales pesados
Tratamiento de agua: coagulantes/floculantes



COSMÉTICOS

Espumas de afeitar
Cremas para la piel y cuerpo
Adelgazantes



INDUSTRIA

Coating (recubrimiento) de alimentos
Espesante de alimentos
Agente preservante
Anti-pardeamiento



AGRICULTURA

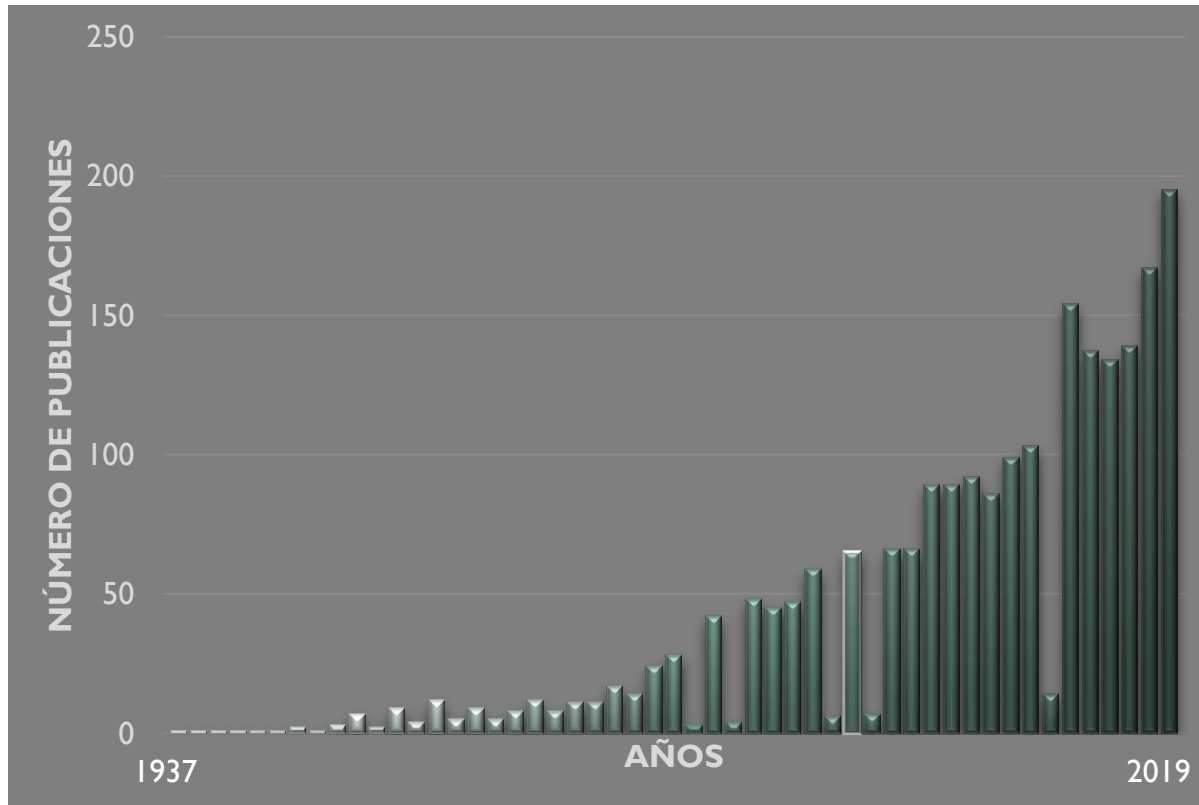
Recubrimiento de semillas
Tratamiento postcosecha
Sistemas liberadores de fertilizantes



EVOLUCIÓN DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS



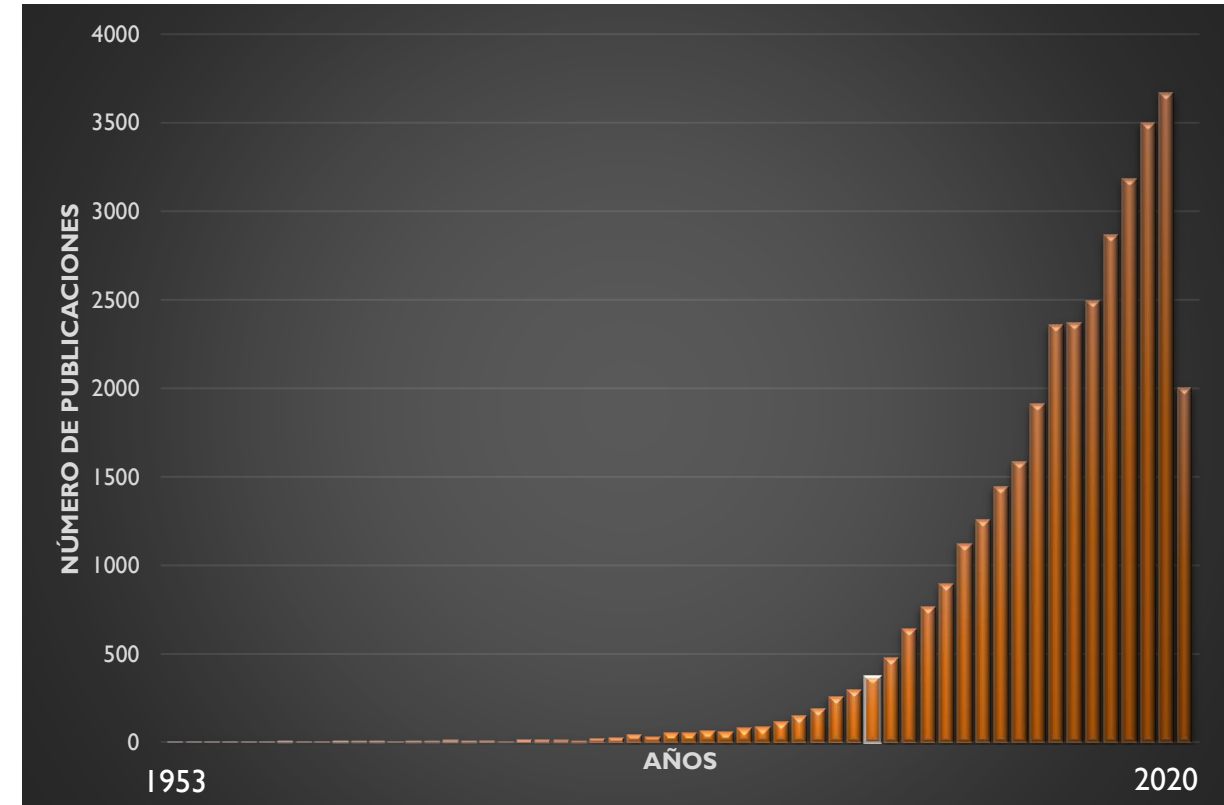
Publicaciones científicas que contienen el término “*SYSTEMIC ACQUIRED RESISTANCE*”



1937 - 1

2003 - 65 2019 - 195

Publicaciones científicas que contienen el término “*CHITOSAN*”



1953 - 1

2003 - 367 2019 - 3.671

¿MITO O REALIDAD?

**EL QUITOSANO EN LA AGRICULTURA SE USA SOLAMENTE
COMO INDUCTOR DE RESISTENCIA**

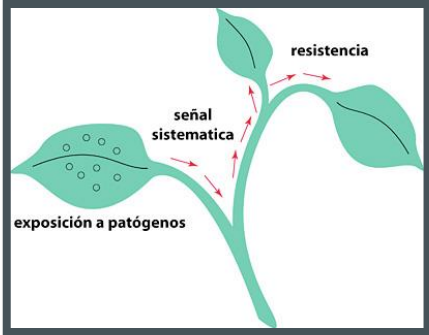


ES UN MITO

EL QUITOSANO TIENE **MÚLTIPLES USOS EN
AGRICULTURA**

EL QUITOSANO EN AGRICULTURA

Ventajas



**Elicitor de la Resistencia
Sistémica Adquirida
(SAR)**

Fungistático



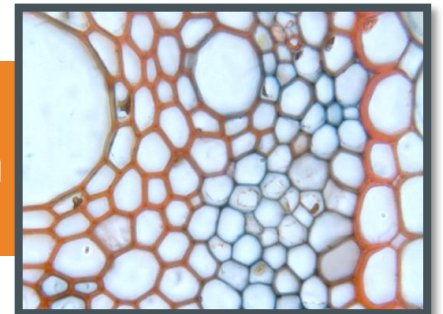
Nemostático

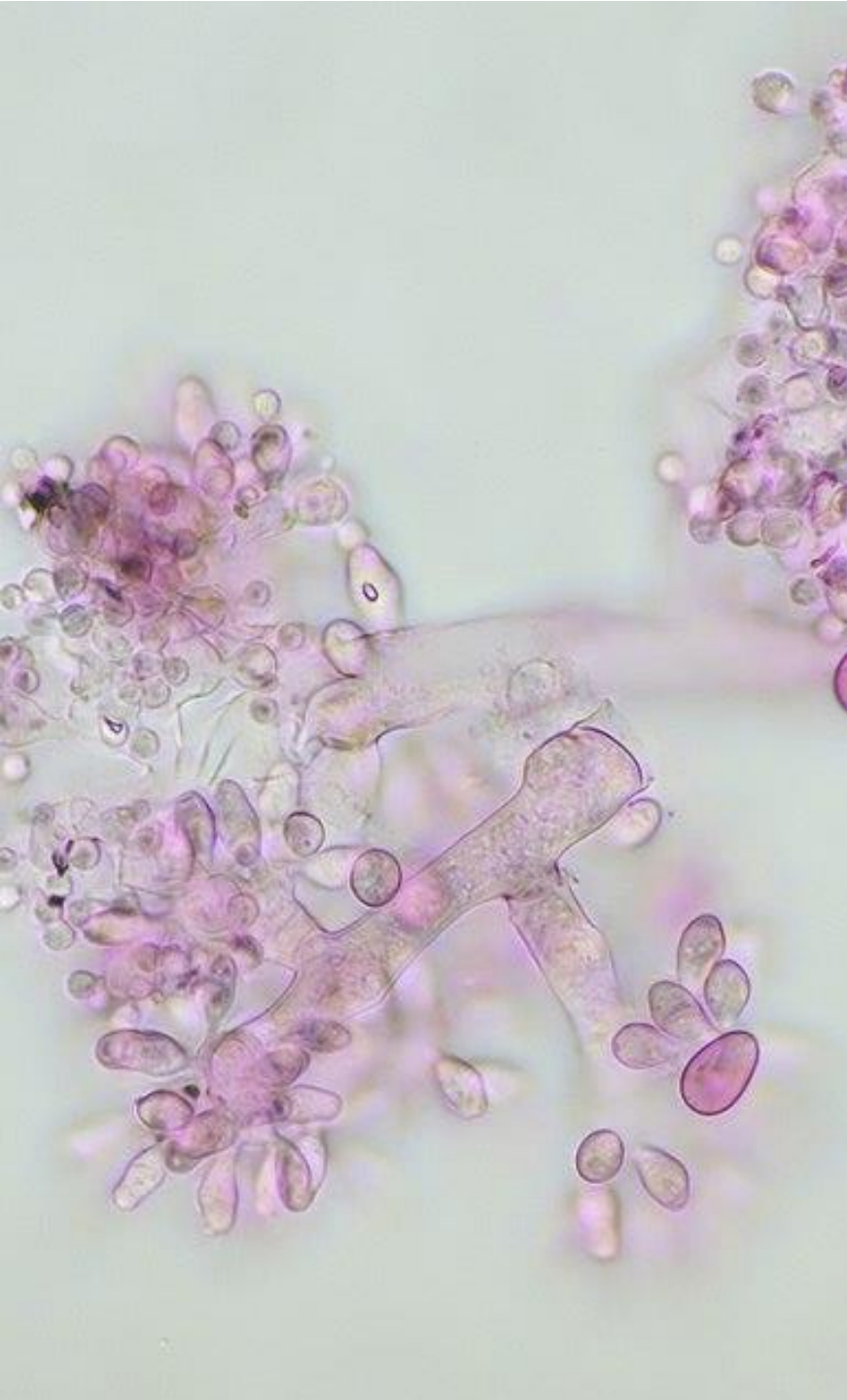
**Promotor de
crecimiento
(raíces, brotes)**



Reduce stress

Aumenta lignificación





ACTIVIDAD FUNGISTÁTICA

- El quitosano inhibe multitud de especies de hongos, exceptuando, o siendo menos efectivo con aquellas que lo poseen en sus paredes celulares.
- Existe una alta **correlación entre la concentración de quitosano aplicada y la inhibición fúngica** para una buena efectividad se deberá encontrar la dosis adecuada en cada situación.
- Otras posibles explicaciones de la actividad fungistática del quitosano se relacionan con la inhibición de la síntesis de algunas enzimas presentes en los hongos o la ocurrencia de alteraciones citológicas, como se ha reportado en el caso de ***Botrytis cinerea***, donde se ha observado al microscopio la aparición de vesículas, quistes y/o células vacías carentes de citoplasma, después del tratamiento con soluciones acuosas al 1,75% de quitosano



Sopó, Cundinamarca

CONTROL DE ENFERMEDADES EN FRESAS EN SOPÓ



CENTRO DE BIO-SISTEMAS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Muestra No. 373-01

Fecha recepción de muestra: 12 de noviembre de 2019

Fecha de entrega resultados: 18 de noviembre de 2019

Cliente: Jhon Carrero

Descripción de la muestra: Muestra de planta. Fresa

Análisis solicitado: Identificación de hongos en material vegetal.

Consecutivo de muestra: 373-01 Material vegetal

Método: se realizó lavado y desinfección y montaje en medio de cultivo específicos, posteriormente identificación morfológica.

RESULTADOS

Tabla 1. Identificación de hongos en material vegetal.

MUESTRA	HONGOS	REGISTRO FOTOGRAFICO
373-01	<i>Rhizoctonia</i> sp. <i>Verticillium</i> sp <i>Botrytis</i> sp.	 

- Se realizó visita al campo, se detectaron varias enfermedades y problemas nutricionales
- Se tomó la muestra para el laboratorio de microbiología
- Se aplicó un fungicida de amplio espectro
- Se comenzó programa para disminuir sales del suelo, programa de nutrición y programa de protección del cultivo con trichoderma, fosfito de potasio, quitosano y otros bioestimulantes



Chia, Cundinamarca, Colombia. Tel: 2427030/ 8650127Ext. 2417
E-mail: microbiologia.lab@utadeo.edu.co



Agriful



Trichoderma



Quitosano

RIEGO POR GOTEO



QUITOSANO

**CULTIVO SANO
LIBRE DE FUNGICIDAS
Y BACTERICIDAS**

Sopó, Cundinamarca

ACTIVIDAD NEMOSTÁTICA

- El mecanismo de acción de la quitina está basado en el hecho de que su presencia en el suelo estimula la proliferación de bacterias y actinomicetos que se alimentan de ella, como por ejemplo los hongos nematófagos; estos microorganismos, una vez consumida la quitina pasan a consumir quitina de otras fuentes, como nemátodos y sus huevos.





ACTIVIDAD BACTERICIDA

- La interacción electrostática entre el quitosano cargado positivamente (polielectrolito catiónico) y algunas bacterias con membranas celulares cargadas negativamente (Gram negativas como la *Echerichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus typhimurium*, entre otras) **altera significativamente las propiedades de barrera de la membrana exterior del microorganismo.**
- Para algunas bacterias Gram positivas que carecen de cargas negativas en la membrana celular, el quitosano ha mostrado actividad incluso mayor, en algunos casos, que para bacterias Gram negativas entrando por la membrana celular de estos microorganismos por tener poros lo suficientemente grandes como para que **el quitosano logre entrar al interior de las células y alterar funciones vitales de éstas.**
- Su interacción con el ADN, por ejemplo, **podría inhibir la replicación del ARN y la síntesis de proteínas.**

VALLE DEL CAUCA

Marchitez Bacteriana

(*Ralstonia solanacearum*)



QUITOSANO



- En términos generales, la aplicación de quitosano ha mostrado efectos positivos en el crecimiento de las plantas, tanto en la estimulación de la germinación de semillas como en el crecimiento de partes de la planta como raíces, brotes y hojas.

SIN Quitosano



CON Quitosano





PROTECCIÓN DE FRUTOS Y VEGETALES FRESCOS CON RECUBRIMIENTOS DE QUITOSANO

- Disminución en las pérdidas por transpiración
- La respiración disminuye lentamente, aunque inicialmente se observa un incremento de la misma que se atribuye al estrés ocasionado por la solución acuosa de ácido láctico/lactato de sodio usada para disolver el quitosano

https://www.poscosecha.com/es/noticias/recubrimiento-en-base-a-quitosano-para-retrasar-la-maduracion-de-platanos/_id:79331/

<https://www.zdnet.com/article/spray-on-coating-delays-banana-ripening/>

- El quitosano, ha demostrado detener la maduración de los plátanos (bananas) si se aplica pulverizado sobre los frutos, permitiendo mantener las bananas frescas durante 12 días.
- La nota explica que el quitosano no solo mata bacterias sino que disminuye la tasa respiratoria.



INDUCTOR DE RESISTENCIA

- El quitosano induce reacciones de defensa en algunas plantas, sensibilizándolas para responder más rápidamente al ataque de patógenos.
- Entre las sustancias cuya inducción se ve favorecida por la presencia de quitina y/o quitosano, se incluyen:
 - **Fitoalexinas:** pisantina, risitina, orchinol, genistein, etc.
 - **Proteínas** relacionadas a la patogénesis
 - **Inhibidores protéicos**
 - **Ligninas** (basales)
- Una de las proteínas relacionadas con resistencia a patógenos que más se ha estudiado, son las enzimas líticas de quitinasa, que juegan un importante y crítico papel en la defensa de las plantas en contra de ataques de organismos externos

EXPERIENCIA EN ARÁNDANOS

- Se aplicó QUITOSANO foliar 2cc/l en mezcla con aminoácidos para promover la formación de brotes luego de la poda para comenzar fase de floración





- Sin QUITOSANO





Con QUITOSANO



Basales con QUITOSANO



GRACIAS

ANA MARÍA OTTO

+57 316 3973701

OTTO@CALESYENMIENDAS.COM