



## RESUMEN

La demanda agrícola actual necesita de fungicidas eficientes que contrarresten las enfermedades postcosecha sin ocasionar problemas de contaminación, afectaciones al ambiente y a la salud humana. Entre algunos compuestos compatibles con el ambiente que se han estudiado se encuentran el quitosano, oligoquitosano y los aceites esenciales los cuales se conoce que poseen efecto antifúngico, sin embargo; es poco el conocimiento sobre el modo de acción de estos compuestos en las células fúngicas de *Rhizopus stolonifer* agente causal de la pudrición blanda en frutas y verduras por ello el presente trabajo busca profundizar en el modo de afectación sobre la morfología y fisiología de este hongo. El objetivo de este trabajo fue determinar los cambios morfológicos y fisiológicos inducidos en *R. stolonifer* por quitosano, oligoquitosano y los aceites esenciales de clavo y canela. Se inocularon esporas de *R. stolonifer* en medio líquido MM adicionados con quitosano, oligoquitosano o aceites esenciales de clavo o canela. Se evaluarán las siguientes variables: cambios en la morfología celular, variación en el pH del medio, liberación de proteínas celulares, cambios en la integridad de la membrana, grosor de la pared celular y afectaciones en el consumo de oxígeno. En general, los compuestos probados provocaron inhibición del crecimiento y cambios morfológicos en las hifas de *R. stolonifer*. La presencia de oligoquitosano provocó que *R. stolonifer* fuera incapaz de acidificar el pH del medio de cultivo y el quitosano incluso indujo que el hongo incrementara el pH. No se demostró que los compuestos probados indujeran la salida de proteínas celulares ni que afectaran la integridad de la membrana plasmática. El quitosano, oligoquitosano y el aceite esencial de clavo indujeron incrementos significativos en el grosor de la pared celular. El oligoquitosano provocó una elevada vacuolización. Concentraciones bajas e intermedias de oligoquitosano y de los aceites de clavo y canela provocaron aceleración en la respiración. El aceite esencial de canela provocó un incremento notable en el consumo de oxígeno. Se demostraron significativos cambios celulares y fisiológicos en *R. stolonifer* por efecto del quitosano, oligoquitosano y los aceites esenciales de clavo y canela.



## ABSTRACT

The current agricultural demand efficient fungicides need to counter the post-harvest diseases without causing pollution problems affecting the environment and human health. Among some compounds compatible with the environment that have been studied include chitosan, oligochitosan and essential oils which are known to possess antifungal effect, however, there is little knowledge about the mode of action of these compounds in fungal cells *Rhizopus stolonifer* causal agent of soft rot in fruits and vegetables this paper therefore seeks to deepen involvement in how the morphology and physiology of this fungus. The aim of this study was to determine the cellular and physiological changes induced on *R. stolonifer* by chitosan, oligochitosan and essential oils of clove and cinnamon. *R. stolonifer* spores were inoculated in liquid medium MM containing chitosan, oligochitosan or essential oils of clove or cinnamon. The following determinations were evaluated: changes on cell morphology, variations on pH of the medium, release of cellular proteins, changes in membrane integrity, ultrastructural and effects on oxygen consumption. In general, the compounds tested caused growth inhibition and morphological changes on the hyphae of *R. stolonifer*. The presence of oligochitosan caused that *R. stolonifer* was unable to acidify the pH of the culture medium and chitosan even induced that the fungus increased the pH. Not demonstrated that the compounds tested induced liberation of cellular proteins or affecting the integrity of the plasma membrane. Chitosan, oligochitosan and essential oil of clove induced significant increases in cell wall thickness. The oligochitosan caused an increased vacuolation. Low and intermediate concentrations of oligochitosan, clove and cinnamon oils caused acceleration in respiration. Cinnamon essential oil caused a marked increase in oxygen consumption. Significant changes in cellular and physiology of *R. stolonifer* by the effect of chitosan, oligochitosan and essential oils of clove and cinnamon were demonstrated.