UNIVERSIDAD DE SONORA

FACULTAD INTERDISCIPLINARIA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE SALUD

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO EN ALIMENTOS

Programa de Posgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos

Efecto Protector de la Ficocianina Biodisponible Frente al Daño Oxidativo en Eritrocitos del Sistema ABO Causado por Plaguicidas

TESIS

Como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Presenta

Jesús Martin Muñoz Bautista

Hermosillo, Sonora Septiembre 2025

RESUMEN

La exposición a plaguicidas representa un riesgo para la salud humana, asociado a procesos de estrés oxidativo y daño celular en eritrocitos, células especialmente vulnerables a la peroxidación lipídica. Factores biológicos como el tipo sanguíneo pueden influir en la susceptibilidad al daño, mientras que compuestos antioxidantes naturales como la C-ficocianina ofrecen un potencial efecto protector. El estudio de estas interacciones bajo condiciones simuladas y con apoyo de herramientas computacionales permite comprender mejor los mecanismos implicados y sus posibles aplicaciones preventivas.

En el presente trabajo se evaluó el efecto citotóxico de los plaguicidas ácido 2,4-diclorofenoxiacético e imidacloprid sobre eritrocitos pertenecientes al sistema ABO, mediante la determinación de la liberación parcial de hemoglobina. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre los distintos grupos sanguíneos, lo que indica que la susceptibilidad al daño por exposición a plaguicidas varía según el tipo de sangre. En el caso del 2,4-D, el grupo A+ mostró mayor sensibilidad, seguido de B+ y O+; mientras que para imidacloprid, el orden de susceptibilidad fue B+ > A+ > O+.

Asimismo, se evaluó el efecto eritroprotector de la C-ficocianina frente al daño ocasionado por dichos plaguicidas, observándose hasta un 89 % de inhibición a una concentración de 1 mg/mL. La interacción con los diferentes tipos de sangre también mostró diferencias significativas. Posteriormente, se realizó una digestión *in vitro* para obtener las fracciones biodisponibles (simulando la absorción intestinal) tanto de plaguicidas como de C-ficocianina. Los resultados indicaron que los plaguicidas conservan su capacidad de generar daño tras la digestión, mientras que la C-ficocianina mantuvo su efecto protector, aunque en menor medida, alcanzando un máximo de 24 % de inhibición post-digestión.

A nivel computacional, se empleó AutoDock Vina para el acoplamiento molecular de la subunidad beta de la C-ficocianina con 2,4-D. El análisis reportó un SCORE de -4 a -5 kcal/mol en nueve sitios de unión, sugiriendo interacción moderada, principalmente favorecida por interacciones iónicas y puentes de hidrógeno. Con base en estos

hallazgos, se propone que el mecanismo protector de la C-ficocianina se relaciona con su acción antioxidante de tipo scavenging o “secuestrador”, lo que la hace más efectiva frente a moléculas que inducen daño a través de este mecanismo.