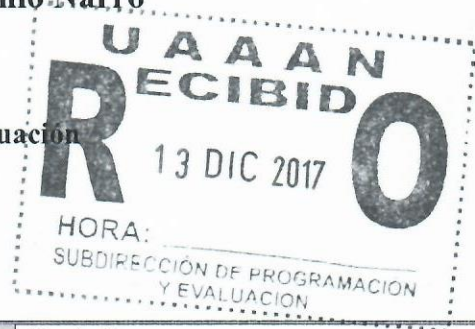




Dirección de Investigación
Subdirección de Programación y Evaluación



Proyecto de Investigación 2018

Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

Formulario de registro de proyecto de investigación con campos: Unidad, Tema, Línea de investigación, Título, Presupuesto, Tipo de investigación, Vinculación, Cooperante(s), Entidad, Localidades, A realizar durante, Participantes, Tesista, Programa Docente, Firma y sello, Nombre.

1.-Título del proyecto	Presupuesto solicitado:
<p align="center">Calidad Nutracéutica y Expresión Génica de Dos Especies Hortícolas Biofortificadas con Selenio Iónico Absorbido en Complejos de Poliácido Acrílico-Quitósán</p>	<p>\$60,000</p>

2.- Introducción

El selenio es un elemento esencial en la dieta para los seres humanos, por lo tanto, es conveniente incorporar al selenio en la fertilización agrícola con la finalidad de mejorar las propiedades nutracéuticas buscando la biofortificación en los órganos de interés para consumo humano. El selenio no está considerado dentro de los elementos esenciales para las plantas, sin embargo, diversos estudios han asociado al selenio con el metabolismo redox vegetal, puesto que el selenio se encuentra en bajas concentraciones en la mayoría de los suelos en el planeta, es necesario hacer un uso eficiente en su uso agrícola. El uso de biopolímeros para encapsular elementos y que estos sean aprovechados por las plantas es una técnica que puede resultar efectiva para optimizar la absorción de selenio por los cultivos, esta técnica puede resultar efectiva para optimizar la absorción del selenio por los cultivos.

Objetivos

Objetivo general

Comparar dos tipos de aplicación de selenio en plantas de lechuga y tomate cherry y estudiar el efecto sobre variables fisiológicas, de rendimiento y calidad nutracéutica.

Objetivos particulares

- Determinar el nivel de asimilación de selenio en las plantas en función de la forma de aplicación.
- Determinar la calidad nutracéutica a través de la cuantificación de antioxidantes.
- Analizar la expresión de genes en el fruto relacionados con enzimas antioxidantes (CAT, SOD, GPX) con la aplicación de los diferentes tratamientos de selenio mediante qPCR.
- Cuantificar la producción de biomasa y volumen de producción en el ciclo productivo de las hortalizas.

Hipótesis

La aplicación de selenio encapsulado en el complejo de biopolímeros PAA-Q asegura la absorción del selenio y afecta el crecimiento y actividad bioquímica de las plantas de *Lactuca sativa* y *Solanum lycopersicum* L. a través de un mecanismo oxidativo que induce cambios en su metabolismo redox.

3.-Revisión de Literatura

A nivel mundial, el interés por el impacto biológico de selenio (Se) sobre la calidad de los alimentos es cada vez mayor, ya que este elemento es un micronutriente esencial para los seres humanos y los animales (Smoleń et al., 2016). La baja ingesta de selenio puede resultar en varios trastornos de salud, incluyendo enfermedades del corazón, disminución de la fertilidad, el hipotiroidismo, las condiciones relacionadas con el estrés oxidativo, y debilidad en el sistema inmunológico (Schiavon et al., 2016). El bajo contenido de selenio

en formas disponibles para las plantas en la solución del suelo es una de las principales causas de su insuficiente transferencia en el sistema suelo-planta-consumidor. Varios reportes de investigaciones relacionados con el selenio han proporcionado pruebas de que la administración de suplementos de fertilizantes comerciales con selenato de sodio afecta positivamente no sólo el valor nutritivo de toda la cadena alimentaria, sino también al rendimiento de los cultivos (Hartikainen, 2005). El nivel de adición de Se ha sido óptima, y no se han observado concentraciones anormalmente altas en las plantas o en los alimentos de origen animal.

Se sabe que el selenio está relacionado con el metabolismo antioxidante a través de su rol como cofactor de selenoenzimas, por esto, la deficiencia en su consumo puede inducir cambios en el balance redox celular, y su ingesta promueve la síntesis de compuestos antioxidantes. El consumo de alimentos con altas concentraciones de antioxidantes contribuye a la protección de las células frente al estrés oxidativo y a la prevención de algunas enfermedades degenerativas. Los radicales libres causan reacciones en cadena oxidativas que pueden ser neutralizadas por la acción de sistemas antioxidantes, incluidas enzimas tales como la superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPX) (Castillo-Godina, Foroughbakhch-Pournavab, & Benavides-Mendoza, 2016). Por lo general, las enzimas antioxidantes utilizan elementos traza como cofactores, tal es el caso del selenio en la GPX.

Los biopolímeros como el quitosán (Qs) y poliácido acrílico (PAA) pueden formar cápsulas a las que se les puede agregar un ingrediente activo usando un sistema acuoso a temperatura ambiente. El quitosán es un polímero lineal formado por monómeros de D-Glucosamina, es un producto natural derivado de la quitina la cual se deriva de las conchas de crustáceos principalmente. Por otra parte, el poliácido acrílico, es un polímero formado estructuralmente por la unión de unidades monoméricas repetitivas de ácido acrílico, perteneciente a la familia de los acrilatos, que son polímeros que pertenecen a un tipo de polímeros vinílicos.

La mezcla entre polímeros naturales y polímeros sintéticos posee un amplio rango de propiedades físicoquímicas y técnicas de procesamiento relativamente sencillas que provienen de los polímeros sintéticos y una adecuada biocompatibilidad proveniente de los polímeros naturales. La formación de complejos entre materiales naturales y polímeros sintéticos, confiere aplicaciones variadas, brindando muchas posibles aplicaciones tales como la inmovilización y liberación prolongada de varios elementos químicos o agentes bioactivos.

El proyecto se llevará a cabo en dos etapas, donde en la primera etapa se realizará en el cultivo de lechuga y la segunda etapa en tomate cherry.

Primera etapa

La producción de plántulas de lechuga se realizará en charolas de poliestireno con semillas de *Lactuca sativa* L. var Great Lakes, con una mezcla de sustrato peat moss y perlita en una relación 70:30, posteriormente se realizará el trasplante a contenedores de 10 L con la misma mezcla de sustrato. Se utilizará la solución nutritiva propuesta por Steiner (Steiner, 1964).

Aplicación de tratamientos

Se aplicará semanalmente el selenio en dos formas, como dióxido de selenio y encapsulado en el complejo PAA-Qs, así como también se aplicará el complejo PAA-Qs y un testigo. Los tratamientos serán aplicados directo al sustrato.

T0	Testigo
T1	Dióxido de selenio 5 mg
T2	PAA-Qs Se 5 mg
T3	PAA-Qs

Muestras y variables a evaluar

En la primera etapa se realizará un muestreo a los 60 DDT, analizando 5 repeticiones de cada tratamiento y testigo. Y en la segunda etapa se realizará un muestreo a los 120 DDT. Se evaluarán las variables que se ilustran a continuación.

Primera etapa: lechuga

- Biomasa y rendimiento
- Crecimiento (altura, diámetro polar y ecuatorial, número de hojas)
- Acumulación de selenio
- Análisis elemental (N, Ca, K, S, P, Mg, B, Cl, Cu, Mn, Mo, Zn y Ni)
- Enzimas antioxidantes (CAT, SOD, GPX)
- Antioxidantes totales (DPPH)

Segunda etapa: Tomate cherry

- Biomasa y rendimiento
- Crecimiento (altura, diámetro de tallo, número de hojas)
- Acumulación de selenio
- Análisis elemental (N, Ca, K, S, P, Mg, B, Cl, Cu, Mn, Mo, Zn y Ni)
- Enzimas antioxidantes (CAT, SOD, GPX)
- Antioxidantes totales (DPPH)
- Expresión de genes relacionados con CAT, SOD y GPX

Análisis estadístico

Los datos recabados se analizarán por medio de un modelo completamente al azar y análisis de comparación de medias de Tukey (α 0.05), utilizando el software SAS 9.1.

Cronograma de Actividades para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Muestreo destructivo, cultivo de tomate cherry.												
Análisis de biomasa, rendimiento, crecimiento, SOD, CAT, y GPX.	X	X	X									
Cuantificación de selenio y análisis elemental				X	X							
Análisis de expresión de genes de enzimas antioxidantes mediante qPCR.	X	X	X	X	X	X						
Redacción de artículo científico							X	X	X			
Presentación en congreso		X										
Estancia										X	X	

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Análisis de biomasa, rendimiento, crecimiento, SOD, CAT, y GPX.	X	X	X									
Cuantificación de selenio y análisis elemental				X	X							
Análisis de expresión de genes de enzimas antioxidantes mediante qPCR.	X	X	X	X	X	X						
Presentación en congreso		X										

Duración total del proyecto

Año de Inicio	2017	Año estimado de conclusión	2019
---------------	------	----------------------------	------

5.-Productos Esperados

- Dos artículos científicos.
- Asistencia a dos congresos nacionales e internacionales.
- Tesis de licenciatura.
- Tesis de doctorado: "Calidad Nutraceutica y Expresión Génica de Dos Especies Hortícolas Biofortificadas con Selenio Iónico Absorbido en Complejos de Poliácido Acrílico-Quitósán".

6.-Literatura Citada

- Castillo-Godina, R. G., Foroughbakhch-Pournavab, R., & Benavides-Mendoza, A. (2016). Effect of selenium on elemental concentration and antioxidant enzymatic activity of tomato plants. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18(1), 233–244.
- Hartikainen, H. (2005). Biogeochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. In *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* (Vol. 18, pp. 309–318). <http://doi.org/10.1016/j.jtemb.2005.02.009>
- Schiavon, M., Berto, C., Malagoli, M., Trentin, A., Sambo, P., Dall'Acqua, S., & Pilon-Smits, E. A. H. (2016). Selenium Biofortification in Radish Enhances Nutritional Quality via Accumulation of Methyl-Selenocysteine and Promotion of Transcripts and Metabolites Related to Glucosinolates, Phenolics, and Amino Acids. *Frontiers in Plant Science*, 7(September), 1371. <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.01371>
- Smoleń, S., Skoczylas, Ł., Ledwożyw-Smoleń, I., Rakoczy, R., Kopeć, A., Piątkowska, E., ... Kapusta-Duch, J. (2016). Biofortification of Carrot (*Daucus carota* L.) with Iodine and Selenium in a Field Experiment. *Frontiers in Plant Science*, 7(May), Article 730. <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.00730>