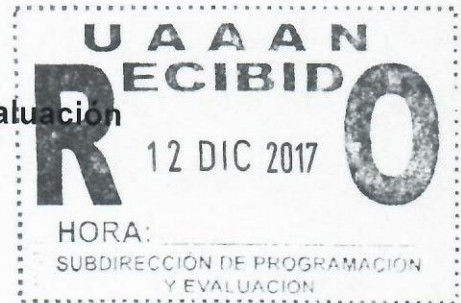




Dirección de Investigación
Subdirección de Programación y Evaluación



Proyecto de Investigación 2018

Formulario de datos del proyecto de investigación con campos para Unidad, División, Departamento, Programa de Investigación, Línea de investigación, Título del proyecto, Presupuesto, Tipo de investigación, Vinculación, Cooperante(s), Entidad(es), Localidades, A realizar durante el año(s), Participantes, Tesista, Programa Docente, Firmas y sellos.

- Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

Introducción

La berenjena es una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo debido a sus propiedades nutritivas, actualmente se encuentran establecidas cerca de 2.5 millones de hectáreas con rendimientos de 10.4 t·ha (FAO, 2012). Una de las principales problemáticas de este cultivo es que su productividad y su producción se ven afectadas negativamente por algunos patógenos como *Verticillium dahliae*, donde se registran pérdidas entre el 30 y 40% de la producción final (Wang, *et al.*, 2005), como alternativa para evitar el daño por este agente patógeno, se tiene la rotación de cultivos, la solarización, utilización de materiales resistentes y el uso de plantas injertadas (Wang, *et al.*, 2004), en un portainjerto que muestre resistencia al desarrollo de este tipo de enfermedades, esta última práctica ha mostrado resultados que impactan sobre el rendimiento, vigor de las plantas y efecto positivo en cuanto a la calidad de los frutos (Gisbert, *et al.*, 2011).

El uso de hortalizas injertadas bajo cultivo protegido aumentó en la última década para la resistencia a las tensiones que el portainjerto puede proporcionar a las plantas (Leonardi y Romano, 2004; Rivero *et al.*, 2003).

Actualmente, se considera que el injerto es una herramienta alternativa rápida a los problemas de baja tolerancia al estrés ambiental de las hortalizas de fruto (Flores *et al.*, 2010).

El enfoque potencial para reducir las pérdidas en la producción y mejorar la eficiencia de genotipos de alto rendimiento sería injertar estas variedades en portainjertos adecuados capaces de reducir el efecto de los factores ambientales adversos y aumentar la tolerancia al estrés abiótico (Keatinge *et al.*, 2014).

Los portainjertos son utilizados en gran medida para contrarrestar las pérdidas causadas por las enfermedades del suelo pero también pueden promover la precocidad, aumentar el rendimiento de los cultivares utilizados como variedad y, al combinar tales propiedades, son ampliamente aceptados entre los productores y consumidores (Papadaki, 2017).

Adicionalmente al uso del injerto en hortalizas, se busca el incremento en la calidad nutracéutica de los productos de interés para el consumidor final, razón por la que el uso de nanopartículas de diversos elementos minerales han mostrado efectos positivos en este aspecto. Tal es el caso de las nanopartículas de cobre aplicadas en el cultivo de la sandía (González, *et al.*, 2017) donde mejoraron los parámetros agronómicos mediante la estimulación del crecimiento de brotes, mejora el sistema radical de las plantas así como también favorece la densidad estomática, causando con esto una mejor eficiencia productiva en los cultivos.

Debido a lo mencionado anteriormente se plantea realizar el experimento en el cultivo de la berenjena obtenida mediante injerto y cultivada con nanopartículas de óxido de zinc aplicadas vía sustrato y foliar.

Objetivo General

Evaluar el efecto del injerto y las nanopartículas de óxido de zinc en el cultivo de la berenjena.

Objetivos específicos

- Evaluar la interacción sobre el método de aplicación de las nanopartículas y el injerto en la producción y productividad del cultivo.
- Determinar el comportamiento fisiológico durante el ciclo productivo.
- Evaluar la calidad comercial y nutracéutica de los frutos al momento de la cosecha

Hipótesis

La producción y calidad nutracéutica son modificados positivamente por el injerto y el uso de nanopartículas de óxido de zinc y el injerto en el cultivo de la berenjena.

Revisión de Literatura

Importancia del cultivo

En el caso de la berenjena, la importancia se centra en sus propiedades de calidad comercial básicamente, los bajos rendimientos en cuanto a volumen de producción son a consecuencia de que no se usan tecnologías apropiadas para el desarrollo del cultivo, entre otros aspectos, en el desconocimiento de muchos tópicos de la eficiencia fisiológica de la planta, entre los cuales está la medida de la asimilación de carbono llevada a cabo por las hojas durante el proceso fotosintético, que influye en el manejo que se le podría dar al sistema de producción con fines de alto rendimiento y competitividad. En torno a la calidad nutracéutica, es una planta con excelentes propiedades, destacando principalmente su contenido de antocianinas y vitamina C.

Origen del Cultivo

La berenjena fue probablemente domesticada en la región indo-birmana a partir de la especie silvestre de *Solanum incanum*, la cual guarda muchas similitudes morfológicas con la berenjena y un hábito de crecimiento similar. La selección natural y artificial en distintos ambientes y para distintos usos, junto con otras fuerzas microevolutivas, dio lugar a una importante diversidad de formas cultivadas. Asimismo, en el sudeste asiático es posible encontrar formas adventicias espinosas, con características intermedias entre los materiales cultivados y los silvestres. Los árabes procedieron a la difusión de la berenjena desde su región de origen hasta el Mediterráneo. Fruto de este proceso de migración y la posterior selección y adaptación a condiciones locales, se origina un elevado número de variedades locales en la Península Ibérica (Prohens *et al.*, 2005).

Antecedentes

La definición clásica que en producción vegetal se lleva décadas admitiendo, se debe a Hartmann y colaboradores (1991), quienes señalan que: “El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente de modo que se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta”. En los tratados académicamente muy difundidos hoy en día, se señala que: “Injertar, se refiere a la fusión natural o deliberada de partes de plantas, estableciéndose una continuidad vascular entre ellas resultando una unidad compuesta que funciona como una sola planta” (Mudge, 2008).

Camacho y Fernández en el 2000, aportan una definición más amplia: “El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente para que se desarrolle como una sola planta. Predecir el resultado de un injerto es muy complicado, de un modo general se puede decir que el éxito del injerto va íntimamente ligado a la afinidad botánica de los materiales que se injertan. Por un lado, afinidad morfológica, anatómica de constitución de sus tejidos, o lo que es lo mismo, que los haces conductores de las dos plantas que se unen tengan tamaño semejante y estén en igual número aproximadamente; de otro, afinidad fisiológica, de funcionamiento y analogía de savia en cuanto a cantidad y constitución. La realidad es la creación de una planta, cuyas raíces tienen que crecer y desarrollarse con la savia que le sintetizan los órganos verdes de otra planta que a la vez crece y se desarrolla con la savia que le suministra una raíz que no es la suya. A esa capacidad de unión de dos plantas para desarrollarse de modo satisfactorio desde el punto de vista de la producción como una sola planta compuesta, se le llama compatibilidad”.

Funciones del injerto

El injerto es una alternativa interesante para reducir las aplicaciones de agroquímicos, además de evitar o evadir algunas plagas o enfermedades del suelo, con una serie de ventajas frente a otras técnicas como solarización, uso de vapor de agua, utilización de cultivares resistentes, control biológico y el cultivo sin suelo (Hartman y Kester, 2002).

El uso del injerto representa una técnica alternativa en la producción de algunas hortalizas (Maršić y Jakše, 2010) que poco a poco ha ido sobresaliendo en la agricultura, utilizada comúnmente en solanáceas y cucurbitáceas principalmente, disminuyendo problemas por estrés de tipo biótico y abiótico (Schwarz, 2010). Su empleo incrementa la tolerancia de las plantas a las enfermedades del suelo, incrementa la resistencia a la sequía y mejora la absorción de agua y nutrientes, cuyo resultado final es un mayor vigor en la planta.

Peculiaridades del injerto

Desde el punto de vista genético, el injerto implica un sistema genético complejo por la unión de dos genotipos distintos cada uno de los cuales mantiene su propia identidad genética a lo largo de toda la vida de esa planta injertada, aunque en los últimos tiempos hay opiniones que apuntan hacia que el injerto puede tener consecuencias genéticas debido a que se produce transmisión de RNA de la unión del injerto (Mudge *et al.*, 2008). Sobre la idea de que se puede injertar hay también mucho escrito. Se suele admitir que se pueden injertar plantas del mismo género y especie aunque sean de diferente variedad. Plantas del mismo género pero de diferente especie, normalmente se pueden injertar, aunque pueden aparecer problemas, las plantas pueden desarrollarse peor, acortar su ciclo, etc.

Razones del empleo del injerto en hortalizas.

El injerto es una tecnología hortícola, practicada durante muchos años y en muchas partes del mundo, con el fin de superar muchos de los problemas que pueden limitar el cultivo de hortalizas: la infección por patógenos del suelo, las bajas temperaturas del mismo, salinidad y asfixia radicular. También señalan que se está expandiendo considerablemente el uso de portainjertos porque pueden permitir mejoras en el rendimiento por su mejor absorción del agua y de los nutrientes del suelo (Martínez Ballesta *et al.*, 2010).

El portainjerto o patrón, suele ser una especie resistente a ciertas **plagas o enfermedades** a las que la variedad injertada es susceptible de contraer, o su resistencia al medio es mayor (especies autóctonas, más rústicas, más especializadas a ciertos climas etc.) proporcionando a la variedad injertada un soporte más vigoroso para crecer más.

La parte superior, la que va injertada sobre el portainjerto, suele ser una variedad comercial, apreciada, con un buen índice productivo, que no llega a desarrollarse bien en algunos lugares por sí misma debido a ser susceptible a

enfermedades del suelo en el que se va a cultivar o a los requerimientos climáticos del medio receptor. Combinando estas dos dimensiones obtenemos un cultivo resistente y productivo (Jiménez- Borjas, 2009).

Usos de la Nanotecnología en la Agricultura

Actualmente los científicos agrícolas se enfrentan a una amplia gama de desafíos como el estancamiento en el rendimientos de los cultivos, la baja eficiencia en el uso de nutrientes, la disminución de la materia orgánica del suelo, las deficiencias de múltiples nutrientes, el cambio climático, la disminución de la superficie agrícola, la baja disponibilidad de agua para riego y la escasez de mano de obra; además del éxodo de personas desde las áreas agrícolas a las ciudades (Dubey y Mailapalli, 2016). En el campo de la agricultura y la medicina, se encontró que el uso de nanopartículas ser eficaces para combatir las tensiones bióticas, para aumentar la eficacia de los productos agroquímicos Incluidos los plaguicidas, y gestionar las malas hierbas de una manera mejor y respetuosa con el medio ambiente. Para el control de varios patógenos bacterianos y fúngicos, los NPs de plata (Ag NPs) fueron donde se encontró que era muy eficaz (Nair *et al.*, 2010).

Importancia de los compuestos Nutraceuticos

El consumo de nutraceuticos se ha relacionado con numerosos beneficios para la salud, tales como una disminución en los niveles de colesterol y enfermedades cardiacas. También ofrecen cierta protección contra el cáncer, la diabetes y la obesidad, debido a sus propiedades antioxidantes, anti-mutagénica y antiproliferativa (Paredes *et al.*, 2009).

Calidad nutraceutica

De entre las utilidades alimentarias de las hortalizas, destacan el aprovechamiento nutricional de diversos compuestos bioquímicos inherentes a su composición. Las características generales de las hortalizas son su elevado contenido en vitaminas A y C, y ácido fólico, entre otras, reconocidas como poderosos antioxidantes para el ser humano, y reguladoras de ciertos procesos metabólicos, y por ello recomendadas para la prevención de diversas patologías como son algunos tipos de cánceres y enfermedades cardiovasculares, que constituyen las principales causas de muerte en nuestra sociedad. Además, las hortalizas son fuente de elementos minerales de alto valor nutricional, como cobre, hierro, fósforo, cinc, manganeso y fibra dietética.

La reciente introducción de numerosas plantas hortícolas injertadas, constituye una respuesta a las exigencias de mayor productividad, vida útil más amplia, y mejor aceptación por parte del consumidor. No obstante, el gran número de variedades de hortalizas de reciente creación no ha venido acompañado de un conocimiento nutritivo de las mismas. Este conocimiento se plantea como necesario, debido a la gran oscilación que pueden sufrir los compuestos nutritivos en función de la variedad de la hortaliza (Gálvez, 2004).

Procedimiento Experimental

Ubicación del experimento

El experimento se realizará a campo abierto, en el campo experimental del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Material vegetal

Se tiene planeado realizar injertos en plántulas de berenjena, utilizando como portainjerto tomate híbrido colosus, a fin de evaluar el comportamiento del cultivo frente en relación a la adición de nanopartículas de óxido de zinc.

Producción de la plántula

Se tiene considerado el establecimiento, ejecución y desarrollo del proyecto destinado para la producción de plántulas, realización del injerto y producción de las plántulas de berenjena, el cual se instalará dentro del área de prácticas del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Establecimiento del cultivo

La siembra se hará en charolas de poliestireno con capacidad de 120 cavidades, utilizando como sustrato peat mos para germinación, para el transplante se utilizarán macetas de polietileno color negro con capacidad de 12 litros, las cuales serán llenadas con tierra arcillosa, obtenida de las zonas de producción de la comarca lagunera, se instalará un sistema de riego por cintilla; para el acomodo de las macetas será en un marco de plantación es de 2.0 m x 0.75 m.

Manejo nutricional y de riego

El desarrollo del cultivo será mediante la solución nutritiva Steiner (1961) respecto al método universal adicionada con diferentes láminas de riego y de acuerdo a su etapa fenológica:

| Etapa | Concentración |
|-----------------------------------|---------------|
| Inicio de crecimiento vegetativo | 25% |
| Crecimiento vegetativo pleno | 50% |
| Floración y crecimiento de frutos | 75% |
| Llenado de frutos y cosecha | 100% |

El método de riego que mejor se adapta al cultivo es el riego por goteo, por tratarse de una planta muy sensible a los encharcamientos, con aporte de agua y nutrientes en función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla. En riego por goteo, de manera normal se recomienda que debe ser cada tercer día (5.4 mm dos horas de riego), tres horas diarias al iniciar el engrosamiento del fruto con una lámina de riego de 8.16 mm y cinco horas diarias desde el inicio de formación de la red del fruto hasta finalizar la cosecha con una lámina de riego de 13.6 mm. En época de cosecha se debe cuidar la humedad del suelo para favorecer una mejor calidad del fruto en relación con el contenido de azúcar.

Diseño de los tratamientos

Para el diseño de los tratamientos tomaremos en cuenta dos factores que son plantas con y sin injerto y cuatro niveles de nanopartículas de ZnO, las cuales serán aplicadas vía foliar. Los tratamientos serán evaluados mediante un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2X4, con 16 unidades experimentales por tratamiento totalizando en 64 unidades experimentales.

| Tratamientos | Descripción |
|--------------|--|
| 1 | Berenjena Injertada + 0.0 Mg NPs ZnO |
| 2 | Berenjena Injertada + 5 Mg NPs ZnO |
| 3 | Berenjena Injertada + 10 Mg NPs ZnO |
| 4 | Berenjena Injertada + 15 Mg NPs ZnO |
| 5 | Berenjena sin injerto + 0.0 Mg NPs ZnO |
| 6 | Berenjena sin injerto + 5 Mg NPs ZnO |
| 7 | Berenjena sin injerto + 10 Mg NPs ZnO |
| 8 | Berenjena sin injerto + 15 Mg NPs ZnO |

Variables a evaluar

Productividad: Biomasa total, tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento relativo, tasa de crecimiento del cultivo, área foliar.

Calidad comercial: Firmeza, sólidos solubles totales, peso, número y tamaño de frutos.

Calidad nutracéutica: Determinar el contenido de antioxidantes totales y enzimáticos, vitamina C.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizará un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 2x4, se aplicará un análisis de varianza y comparación de medias utilizando la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Productos Esperados

- 1 Ponencia en congreso nacional
- 1 Tesis de Postgrado
- 2 Tesis de Licenciatura
- 1 Artículo para publicación

Cronograma de Actividades

| Actividad a realizar | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Preparación del terreno | X | | | | | | | | | | | |
| Preparación de camas de siembra | | X | | | | | | | | | | |
| Establecimiento del Sistema de Riego | | X | | | | | | | | | | |
| Siembra de porta injerto y variedad | | X | X | | | | | | | | | |
| Realización del injerto | | | X | X | | | | | | | | |
| Trasplante | | | | X | | | | | | | | |
| Aplicación de los Tratamientos | | | | X | | | | | | | | |
| Labores Culturales | | | | X | X | X | X | X | | | | |
| Toma de datos de Productividad | | | | X | | X | | X | | | | |
| Cosecha | | | | | | | X | X | | | | |
| Toma de Datos de Calidad Comercial | | | | | | | X | X | | | | |
| Análisis de Compuestos Nutracéuticos | | | | | | | | | X | X | | |
| Análisis e Interpretación de Resultados | | | | | X | | X | | X | X | X | |
| Publicación de Resultados en Congreso | | | | | | | | | | | | X |