

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción y Calidad Nutracéutica del Melón Injertado y Cultivado con Diferentes
Tensiones de Humedad

Por:

JHOVANI JONAEEL GÓMEZ GÁLVEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción y Calidad Nutracéutica del Melón Injertado y Cultivado Con Diferentes Tensiones De Humedad

Por:

JHOVANI JONAEEL GÓMEZ GÁLVEZ

TESIS

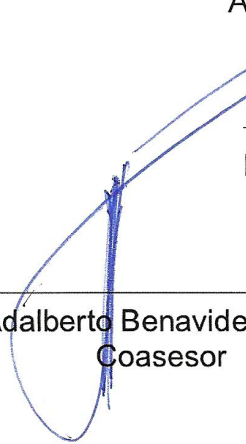
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA


Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente
Asesor Principal



Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Coasesor



Lic. Marco Antonio Villegas Olguín
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación

División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2018

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a **Dios** por darme la vida, por la salud y oportunidad de estudiar una carrera.

Agradezco a la gran casa de estudio mi “**ALMA MATER**” quien me brindó la oportunidad de ser alumno y de poder lograr tantos objetivos.

A mi familia en especial a mis padres por apoyarme en todo lo que necesite en la universidad, me brindaron confianza y en especial por brindarme la vida. De igual manera el apoyo y cariño de mis hermanos.

A todos los docentes del Departamento de Horticultura que me impartieron clases, por su aportación en mi formación y a las laboratoristas que me apoyaron en las practicas, especialmente a técnico-laboratorista Martina De la Cruz Casillas. También agradezco a los docentes de los demás departamentos que me impartieron clases.

Un agradecimiento especial al Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente por su enseñanza en clases y por ser el asesor principal de este proyecto. A los coasesores Dr. Benavides Mendoza y al Dr. Alberto Sandoval Rangel por brindar su apoyo en la evaluación de este trabajo.

Este trabajo fue posible gracias al Lic. y amigo Marco Antonio Villegas Olguin por su apoyo incondicional en toda la investigación.

DEDICATORIAS

En especial dedicación a mi mamita

† **Febe Gálvez Ramírez**

Por brindarme sus cuidados y educación durante todo el proceso de mi formación, siempre me condujo por el buen camino, por creer en mí y por brindarme la vida.

También a mi papa **Joel Gómez** por su valioso apoyo y cuidado quien me enseñó a trabajar, hacer honrado y a no desanimarme en los malos momentos.

A Jonathan Gómez y Mariela Gómez por ser mis hermanos, gracias por su apoyo y cariño. A mis gemelas Greysi y Saira por formar parte de mi vida y su gran apoyo en todo momento. A mis sobrinos Dylan y Feler por ser mis angelitos y alegrarme tanto la vida al transmitirme tanto carisma. A una persona muy valiosa e importante que me animo a seguir en muchas ocasiones, a Suany Mileydi por estar en una parte de mi vida.

A mis amigos y compañeros de la universidad, en especial a Noé Del Toro, Emanuel, Guillermo Garay que fueron con los que compartir grandes momentos en esta gran universidad, por formar parte de las actividades académicas. También a mis grandes amigos Marvin Guillermo, Sergio Cruz, Armin Lorenzo y Martin Sibaja por convivir juntos y compartir momentos inolvidables.

A mi familia en general, a mi primo Aviram Gálvez y Carolina por todo su apoyo durante mi estancia en la universidad, así como a mi tía Irma Gómez quien se preocupó en todo momento y el apoyo que me dio desde niño.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
ÍNDICE	1
ÍNDICE DE CUADROS	4
RESUMEN	7
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Objetivo general.....	10
1.2 Objetivos específicos	10
1.3 Hipótesis	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1 Antecedentes Del Cultivo.....	11
2.2 Origen e Historia	11
2.3 Composición Nutrimental.....	12
2.4 Efectos del Agua en los Cultivos	13
2.4.1 Estrés Hídrico	14
2.4.2 Necesidades Hídricas	14
2.4.3 Funciones Fisiológicas del Agua en las Plantas.....	15
2.5 Calidad Nutraceutica de Hortalizas.....	16
2.5.1 Importancia de los Nutraceuticos.....	17
2.5.2 Mercados de Hortalizas Nutraceuticas	17

2.6	Importancia de las Enzimas Antioxidantes	17
2.6.1	Antioxidantes	18
2.6.2	Clasificación de los Antioxidantes.....	18
2.7	Radicales libres.....	19
2.8	Catalasa	20
2.9	Glutación.....	21
2.10	Glutación peroxidasa (GPXs)	21
2.11	Vitamina C	22
2.12	Injerto	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1	Ubicación del experimento.....	24
3.2	Material vegetal.....	24
3.3	Siembra.....	24
3.4	Realización del injerto.....	24
3.5	Manejo post injerto.....	25
3.6	Trasplante	25
3.7	Riego.....	25
3.8	Fertilización.....	25
3.9	Tratamientos	26
3.10	Producción	26
3.10.1	Número de frutos (NF)	26
3.10.2	Peso de fruto (PF).....	27

3.10.3 Obtención de frutos.....	27
3.11 Calidad nutraceutica	27
3.11.1 Liofilización	28
3.11.2 Extracción de biomoléculas	28
3.11.3 Catalasa (CAT)	28
3.11.4 Glutación Peroxidasa (GPXs).....	29
3.11.5 Glutación reducido (GSH).....	29
3.11.6 Vitamina C (VIT C).....	30
4.11.7 Proteínas totales (PT).....	30
4.12 Diseño experimental	31
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
5.2 Peso de fruto (PF).....	34
5.3 Catalasa (CAT)	35
5.4 Glutación peroxidasa (GPXs)	36
VI. CONCLUSIÓN.....	39
VII. LITERATURA CITADA	40
VIII. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación nutrimental de dos variedades de melón (FAO, 2010).	12
Cuadro 2. Clasificación de los antioxidantes.	19
Cuadro 3. Propiedades fisicoquímicas del suelo y agua utilizados en el experimento.	25
Cuadro 4. Descripción de tratamientos.	27
Cuadro 5. Número de frutos en plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres tensiones hídricas.	32
Cuadro 6. Peso de frutos en plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres tensiones hídricas.	34
Cuadro 7. Actividad enzimática de catalasa en frutos de plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres regímenes hídricos.	35
Cuadro 8. Actividad enzimática de glutatión peroxidasa en frutos de plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres regímenes hídricos.	36
Cuadro 9. Contenido de glutatión reducido en frutos de plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres tensiones hídricas.	37
Cuadro 10. Contenido de vitamina C en frutos de plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres regímenes hídricos.	38
Cuadro 11. Comparación de medias de las variables evaluadas en fruto de plantas de melón con y sin injerto sometidas a diferentes tensiones hídricas.	48
Cuadro 12. Comparación de medias de las variables agronómicas en frutos de plantas de melón con y sin injerto.	49
Cuadro 13. Comparación de medias de las variables evaluadas en frutos de plantas de melón sometidas a diferentes tensiones hídricas.	50
Cuadro 14. ANOVA para la variable número de frutos.	50
Cuadro 15. Comparación de medias de la variable número de frutos factor - injerto.	50

Cuadro 16. Comparación de medias de la variable número de frutos - factor tensión hídrica.....	51
Cuadro 17. Comparación de medias de la variable número de frutos - interacción de factores.....	51
Cuadro 18. ANOVA para la variable peso de frutos.	51
Cuadro 19. Comparación de medias de la variable peso de frutos - factor injerto. ...	52
Cuadro 20. Comparación de medias de la variable peso de frutos - factor tensión hídrica.....	52
Cuadro 21. Comparación de medias de la variable peso de frutos - interacción de factores.....	52
Cuadro 22. ANOVA para la variable catalasa.....	52
Cuadro 23. Comparación de medias de la variable catalasa - factor injerto.....	53
Cuadro 24. Comparación de medias de la variable catalasa - factor tensión hídrica.....	53
Cuadro 25. Comparación de medias de la variable catala - Interacción de factores.....	53
Cuadro 26. ANOVA para la variable glutatión peroxidasa.	53
Cuadro 27. Comparación de medias de la variable glutatión peroxidasa - factor injerto.....	54
Cuadro 28. Comparación de medias de la variable glutatión peroxidasa - factor tensión hídrica.	54
Cuadro 29. Comparación de medias de la variable glutatión peroxidasa - interacción de factores.....	54
Cuadro 30. ANOVA para la variable glutatión reducido.....	55
Cuadro 31. Comparación de medias de la variable glutatión reducido - factor injerto.	55
Cuadro 32. Comparación de medias de la variable glutatión reducido - factor tensión hídrica.....	55

Cuadro 33. Comparación de medias de la variable glutatión reducido - interacción de factores.....	55
Cuadro 34. ANOVA de la variable Vitamina C.....	56
Cuadro 35. Comparación de medias de la variable vitamina C - factor injerto.	56
Cuadro 36. Comparación de medias de la variable vitamina C - factor tensión hídrica.	56
Cuadro 37. Comparación de medias de la variable vitamina C - interacción de factores.....	56

RESUMEN

El melón es de las frutas más consumidas en todo el mundo debido a su sabor agradable y notable valor nutricional. A nivel nacional los principales productores son Sonora, Coahuila, Guerrero, Michoacán, Durango, Chihuahua y Colima, quienes aportan más del 94 % de la producción total nacional. Hoy en día el consumo de alimentos nutraceuticos y funcionales implica un mercado de varios billones de dólares, siendo Estados Unidos, Japón, Corea, India y China los principales consumidores. El objetivo del presente trabajo fue Determinar la calidad nutraceutica de frutos de melón injertado y cultivado con diferentes tensiones hídricas. Los resultados obtenidos indican que el número de frutos presenta diferencias significativas entre los tratamientos, teniendo mejores resultados a una tensión hídrica de 30 kPa. El peso de fruto se favorece en ausencia de estrés hídrico en plantas con y sin injertos. En lo que respecta a la calidad nutraceutica, los resultados para la actividad de la enzima catalasa no mostró diferencias significativas, en tanto que glutatión peroxidasa presenta los mejores resultados en plantas con injerto. Glutatión reducido se favorece el contenido en plantas con injerto y estando en presencia del mayor estrés hídrico que se aplicó. Para vitamina C el contenido más alto en los tratamientos fue obtenido en plantas con tensión hídrica de 30 kPa.

Palabras clave: Calidad Nutraceutica, Antioxidantes, Injerto, Estrés Hídrico.

I. INTRODUCCIÓN

El melón es de las frutas más consumidos en todo el mundo debido a su sabor agradable y notable valor nutricional, existen melones pulpa de color naranja, verde (honeydew) y melones mixtos. es un fruto con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Ezz, 2016).

A nivel mundial, los principales países productores de melón son China, Turquía, Irán, Egipto y la India, aportan el 66 % de la producción mundial. Para nuestro país es uno de los once cultivos frutales más importante, la producción satisface el consumo nacional y otra parte se logra exportar, colocándose en la sexta posición a nivel mundial y en el doceavo lugar por volumen de producción (Gricel & Helena, 2017).

Los principales estados productores por volumen de producción son Sonora, Coahuila, Guerrero, Michoacán, Durango, Chihuahua y Colima los cuales aportan más del 94 % de la producción total nacional (SIAP, 2018).

En México se ha venido utilizando tecnologías modernas, como el uso de la técnica de injertos y ambientes controlados que permiten tener una mejor eficiencia en el uso del agua y fertilizantes. (Hernández *et al.*, 2014). Entre los principales objetivos del injerto, consiste en los beneficios del portainjerto: mayor vigor a la planta, aumento del rendimiento, resistencia a salinidad, incremento en la resistencia o tolerancia a las enfermedades del suelo y a otros factores adversos, por último, se mejora calidad del producto cosechado (Chew *et al.*, 2012).

La calidad nutracéutica hace referencia a un alimento que tiene la virtud de proveer beneficios a la salud o prevenir y tratar enfermedades en los seres humanos, este término se divide en nutrición y farmacéutico, por lo que contiene compuestos nutricios (aminoácidos, fosfolípidos, omegas, vitaminas, antioxidantes) que sirven para el bienestar humano, así entendemos que lo nutracéuticos es el compuesto

contenido en el alimento o en algunos casos la sustancia que se extrae para ser consumida (Biuret *et al.*, 2009).

La finalidad de esta investigación es dar a conocer a la población el valor que tienen las hortalizas en la alimentación y salud, en este caso el melón, por su calidad nutricional y nutracéutica. La calidad se puede mejorar con el uso de técnicas como el injerto, ya que permite mejorar la absorción de nutrientes y agua, así como tener una mayor tolerancia a enfermedades del suelo. La investigación es la encargada de descubrir la presencia de compuestos bioactivos que son necesarios para una mejor salud.

.

1.1 Objetivo general

- Determinar la producción y calidad nutracéutica de frutos de melón injertado y cultivado con diferentes tensiones hídricas

1.2 Objetivos específicos

- Determinar la producción del cultivo de melón.
- Cuantificar el contenido de vitamina C en los frutos de melón al momento de la cosecha.
- Determinar la actividad enzimática antioxidante del fruto al momento del corte.

1.3 Hipótesis

La producción y la calidad nutracéutica del fruto de melón son afectadas por el injerto y el régimen hídrico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes Del Cultivo

El melón (*Cucumis melo* L.) es una especie originaria de zonas tropicales de los continentes de África y Asia. Aunque no se sabe a ciencia cierta donde existen sitios con presencia de plantas silvestres, se sabe que los inicios de su cultivo se remontan a 2 400 años a.c. en territorio egipcio (FAO, 2010).

Este cultivo ya estaba presente en el Valle del Nilo 2000 años a.c.; en los Estados Unidos es conocido con el nombre de cantaloupe, que es en realidad una especie diferente y se llama muskmelon. El verdadero cantaloupe es una especie diferente que crece sobre todo en Europa (Troxler, 2014).

2.2 Origen e Historia

El melón es una planta herbácea monoica cuyo origen se presume en Asia meridional, la India y África. Esta especie pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y las variedades cultivadas corresponden a algunas de las siguientes especies botánicas: *Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*, *cantalupensis*, *inodorus*, *saccharinus* (Crawford, 2017).

La familia de las cucurbitáceas comprende 130 géneros y 900 especies, la mayoría son del viejo mundo, pero muchas con origen en el continente americano y otros en ambos hemisferios, el género *Cucumis* al que pertenece el melón y el pepino, es el de mayor importancia económica (Carnide & Borroso, 2006).

África es considerado el centro de origen del melón debido a la frecuente ocurrencia de especies silvestres de *Cucumis* con número cromosómico $n=12$, además de la

presencia de plantas silvestres en el este de África y en el desierto del Sahara tropical, sin embargo otros autores señalan su origen en el oeste de Asia, por los descubrimientos arqueológicos en la India, con vestigios de semillas que datan de unos 2500 ó 2000 años a.c., la mayoría de los autores sostienen un origen africano (Moreno, 2004).

2.3 Composición Nutricional

El contenido nutricional de 100 g de melón (en 2 variedades) presenta en mayor cantidad agua, aunado a carbohidratos y proteínas como compuestos bioquímicos y calcio, potasio y fósforo como principales minerales (cuadro 1).

COMPUESTO	CANTIDAD	
	CANTALOUPE	HONEY DEW
Calorías	35	35
Agua	89.78 g	89.66 g
Carbohidratos	8.36 g	91.18 g
Grasas	0.28 g	0.10 g
Proteínas	0.88 g	0.46 g
Fibra	0.80 g	0.60 g
Cenizas	0.71 g	0.60 g
Calcio	11 mg	6 mg
Potasio	309 mg	271 mg
Fósforo	17 mg	10 mg
Hierro	0.21 mg	0.07 mg
Tiamina	0.036 mg	0.077 mg
Riboflavina	0.021 mg	0.018 mg
Niacina	0.574 mg	0.600 mg
Ácido ascórbico	42.2 mg	24.8 mg

Cuadro 1. Comparación nutricional de dos variedades de melón (FAO, 2010).

2.4 Efectos del Agua en los Cultivos

Los cultivos pasan por diferentes grados de estrés en alguna etapa de su crecimiento, los cambios generados son una respuesta a la sobrevivencia de la planta misma; el estrés por sequía generalmente se refleja en baja producción y crecimiento (Basurto & Nuñez, 2008).

La importancia del agua abarca varios aspectos, uno de ellos es el proceso de fotosíntesis, que requiere de moléculas de agua y CO₂, para este último, las plantas necesitan capturarlo del aire (intercambio gaseoso a través de los estomas principalmente) con lo que necesitan abrir sus estomas y es aquí cuando pierde agua, a este proceso lo conocemos como transpiración (Ojeda *et al.*, 2013). Entonces decimos que los procesos de las plantas dependen en gran parte de este recurso (Luna-Flores, 2015), cuando la planta necesita agua debe absorberla del suelo y utiliza mecanismos fisiológicos para lograrlo, por lo que en ocasiones el gasto de energía es alto y la producción de biomasa disminuye (Medrano & Bota, 2007).

Las plantas son dependientes del agua ya que en su mayoría están compuestas por ésta, en individuos herbáceos el agua se encuentra en un 80 – 90 % de su peso total y en individuos leñosos más de un 50 % (Taiz & Zeiger, 2006). Por formar parte de todas las células vegetales, contribuye a un gran número de actividades, como medio para un gran número de reacciones, regulación de la temperatura, el transporte de nutrientes y de fotoasimilados.

Del total del agua que la planta absorbe aproximadamente el 90 % la emplea en la transpiración y solo un 10 % lo usa para su crecimiento (Lee, 2009). La transpiración llevada a cabo por las estomas es la principal vía de pérdida de agua, las estomas no pueden estar cerrados, ya que es donde se da el intercambio gaseoso y de aquí depende el proceso de fotosíntesis.

Por la gran cantidad de agua que hay en sus tejidos es difícil mantener el equilibrio hídrico y en condiciones adversas sufren estrés (Luna *et al.*, 2015).

2.4.1 Estrés Hídrico

En las plantas con frecuencia se presenta algún tipo de estrés, ya sea de tipo ambiental, fisiológico o bioquímico (Basurto & Nuñez, 2008). La respuesta al estrés es: la tolerancia y adaptación. Actualmente el estrés hídrico se puede estimar con el parámetro potencial hídrico (Ψ) (Luna *et al.*, 2012).

Hablando del estrés hídrico hace referencia a dos tipos; cuando en el suelo hay una deficiencia de agua y un exceso del mismo líquido, en los dos casos la planta no logra absorber el agua para sus funciones metabólicas, debido a un gradiente de presión más negativo o por ausencia de oxígeno respectivamente. Es más frecuente el estrés hídrico por deficiencia de agua (Luna *et al.*, 2015).

En las plantas el estrés hídrico se produce como una respuesta a un ambiente generalmente escaso de agua, en donde la tasa de transpiración del follaje excede la absorción de agua por las raíces (Florido, 2014). El déficit hídrico no sólo ocurre cuando hay poca agua en el ambiente, sino también por bajas temperaturas y por una elevada salinidad del suelo (C.E. >4 dS/m). Estas condiciones, capaces de inducir una disminución del agua disponible del citoplasma de las células, también se conocen como estrés osmótico (Moreno, 2009).

La intensidad y el tiempo de duración del estrés hídrico en las plantas influye de manera directa en la reducción del crecimiento, viéndose afectada la altura, el diámetro tallo, longitud de raíces, área foliar y biomasa de la planta (Luna *et al.*, 2012). Los procesos fisiológicos de las plantas son muy sensibles al estrés hídrico, en especial el crecimiento, la fotosíntesis y la transpiración, se reducen debido a la pérdida de turgencia, cierre de estomas y al inhibir el intercambio gaseoso (Troyo *et al.*, 2013).

2.4.2 Necesidades Hídricas

El agua es indispensable en los procesos biológicos, para la vida vegetal y animal, debido que es el principal componente de las células (Monge, 2008), permite regular

la temperatura dentro de la planta y ayuda al transporte de nutrientes desde la solución del suelo hasta los órganos demandantes de la planta (Herrera & Lazcano, 2008). Una adecuada cantidad de agua en el suelo, junto con nutrientes y condiciones ambientales favorables, permite un buen crecimiento del cultivo, obteniendo un buen rendimiento y calidad del producto.

Uno de los principales factores que afectan la producción y calidad de la fruta, es una inadecuada relación entre el agua y el aire en el suelo, debido al manejo del riego, que puede provocar un déficit hídrico o exceso de agua en el suelo (Ferreyra *et al.*, 2006).

2.4.3 Funciones Fisiológicas del Agua en las Plantas

El agua, a pesar de ser una molécula simple es vital para la vida ya que cuenta con propiedades excepcionales debido a su composición y estructura. En sus propiedades está su alto calor específico, el cual sirve como termorregulador, su alto punto de ebullición y fusión provoca que se encuentre en estado líquido en el planeta, es el disolvente universal de muchas sustancias, la mayoría de las reacciones químicas se llevan en presencia de agua, el transporte de nutrientes y metabolitos, así como la excreción se realiza con ayuda de este líquido (Carbajal & Gonzales, 2013).

Existen estrategias empleadas por las plantas para hacer frente a una sequía, como cambio en su morfología (reducción foliar, elongación radicular) y fisiología (ajuste osmótico). En la sequía se produce daño por Especies Reactivas de Oxígeno (EROS) debido al estrés, las plantas se protegen con mecanismos que han desarrollado en las plantas es el sistema de defensa antioxidante, que incluye enzimas antioxidantes y actividad enzimática de superóxido dismutasas (SOD), peroxidasas (POD), catalasa (CAT) y ascorbato peroxidasa (APX) (Barzegar *et al.*, 2017).

2.5 Calidad Nutraceutica de Hortalizas

Dentro de los cultivos hortícolas existen grupos de metabolitos secundarios con interés nutraceutico, entre ellos se encuentran los polifenoles, carotenoides, glucosinolatos, vitaminas, folatos, fitoesteroles y otros. Además, dentro de cada uno de estos grupos existen diferencias importantes en la actividad de los compuestos individuales, por lo que existen considerables diferencias entre los distintos cultivos hortícolas en su contenido de compuestos responsables de la calidad nutraceutica (Prohens, 2015).

El término nutraceutico se divide en “nutrición” y “farmaceutico” y se introdujo en 1989 por el Dr. Stephen De Felice. Lo definió como “un alimento (o parte de un alimento) que proporciona beneficios médicos o para la salud, incluyendo la prevención y/o el tratamiento de enfermedades”. La diferencia entre los alimentos nutraceuticos y los suplementos dietéticos radica en los siguientes aspectos:

Los alimentos nutraceuticos no solo deben complementar la dieta, sino que también deben ayudar en la prevención y/o tratamiento de enfermedades y/o trastornos, está representado para su uso como un alimento convencional o como el elemento de comida o dieta (Kalra, 2003).

Reglero (2011) menciona las diferencias entre un alimento funcional y nutraceutico indicando que: un alimento funcional siempre tiene que ser un alimento de consumo ordinario en la dieta corriente, mientras que un alimento nutraceutico es cuando no estamos ante un alimento propiamente dicho, sino ante un producto que contiene algunos componentes del alimento funcional, más o menos aislados.

2.5.1 Importancia de los Nutraceuticos

En la actualidad el consumo de frutas y verduras en la alimentación humana se ha incrementado debido a que ofrecen múltiples beneficios muy marcados como son la prevención de enfermedades como el cáncer y otras degenerativas, además de cardiovasculares (Preciado *et al.*, 2015). Sus beneficios los otorgan vitaminas como A, E, C y D y minerales, tienen compuestos antioxidantes (carotenoides, flavonoides, licopeno, resveratrol) que ayudan a retrasar el envejecimiento celular y las enfermedades ya mencionadas (Viviant, 2006).

2.5.2 Mercados de Hortalizas Nutraceuticas

Actualmente, el mercado de los alimentos funcionales y nutraceuticos en el mundo es de varios billones de dólares. El mayor consumo de los alimentos nutraceuticos lo obtienen países como Estados Unidos, Japón, Corea, India y China, y con una menor tendencia los países europeos, el interés por el consumo de alimentos funcionales (AF) y nutraceuticos (NT) está creciendo en los últimos años. En Latinoamérica aún constituye un mercado nuevo, pero también de fuerte crecimiento. La industria farmacéutica, tradicionalmente se dedica a desarrollar medicamentos, ha visto en los NT una interesante oportunidad económica ya que es un nicho no sujeto a las restricciones de la comercialización de medicamentos y muy atractivo para los consumidores (Valenzuela *et al.*, 2014).

2.6 Importancia de las Enzimas Antioxidantes

En la actualidad la alimentación de la población lleva un estilo poco saludable, se consumen alimentos de baja calidad nutricional y capacidad antioxidante, con lo cual la salud se ve afectada y causa un impacto económico y social. Una dieta basada en frutas, vegetales y granos brindará una fuente de antioxidantes y con esto aumentar la esperanza y calidad de vida (Sumaya *et al.*, 2010).

Existen numerosas enzimas antioxidantes (catalasa, glutatión peroxidasa, superóxido dismutasa) en los productos hortícolas, cada antioxidante posee cierta afinidad hacia un determinado radical libre (RL) o para varios y puede tener distintos tipos de acción. La importancia de éstas enzimas radica en el papel de la protección de los compuestos biológicos ante la oxidación por RL (Criado & Moya, 2009).

2.6.1 Antioxidantes

Los antioxidantes son un conjunto de compuestos químicos o productos biológicos que contrarrestan de manera directa o indirecta los efectos perjudiciales de los RL y EROS (Coronado *et al.*, (2015), éstos afectan a las biomoléculas (lípidos, proteínas y ácidos nucleicos) provocando su oxidación, alterando las funciones del sistema celular. Los antioxidantes se clasifican en dos principales sistemas, el sistema enzimático y no enzimático (López *et al.*, 2012).

El sistema de defensa antioxidante está formado por mecanismos de las células para neutralizar el efecto de los RL. Su modo de actuar es mediante los antioxidantes, impidiendo que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar más rápido con los RL y las EROS, la acción del antioxidante sacrifica su propia integridad molecular para contrarrestar alteraciones al sistema celular (Venereo Gutiérrez, 2002). Sin embargo, no todos los antioxidantes emplean este modo acción, existen antioxidantes enzimáticos que catalizan una reacción química usando a los radicales como sustrato (Mayor Oxilia, 2010).

2.6.2 Clasificación de los Antioxidantes

Los antioxidantes de origen biológico los podemos agrupar en dos grandes categorías: 1) aquellas moléculas que tienen una estructura muy compleja y de alto peso molecular, en éste se hallan las enzimas antioxidantes, 2) antioxidantes de menor tamaño y de bajo peso molecular como son las vitaminas C y E, el glutatión reducido (GSH), algunos pigmentos y compuestos fenólicos. Cada uno de los compuestos anteriores neutraliza los efectos perjudiciales de los radicales (Gutiérrez *et al.*, 2014).

También encontramos antioxidantes de tipo endógenos que se produce mediante el propio metabolismo y los endógenos que debemos adquirir de la dieta.

Exógenos	Endógenos	Cofactor
Vitamina E	Glutati3n	Cobre
Vitamina C	Coenzima	Zinc
Betacaroteno	3cido ti3ctico	Manganeso
Flavonoides	Enzimas: Super3xidodismutasa (SOD) Catalasa Glutati3n peroxidasa (GPx)	Hierro
Licopeno		Selenio

Cuadro 2. Clasificaci3n de los antioxidantes.

Fuente: (Criado & Moya, 2009)

Dicho de otra manera un antioxidante es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de sobre las funciones fisiol3gicas normales de los humanos (Coronado *et al.*, 2015).

2.7 Radicales libres

Todos los organismos del planeta subsistimos al ambiente oxidante en el que nos encontramos, desde que surgi3 la fotos3ntesis apareci3 consigo el ox3geno en la biosfera, desde entonces el ox3geno ha sido t3xico para muchas especies. En respuesta a este ambiente poco tolerable los organismos crearon mecanismos de defensa como son los antioxidantes, que les ayuda a mantener el equilibrio redox (Frankel, 2010).

Los RL son especies que presentan en su estructura atómica un electrón impar, este electrón está ubicado en el último orbital, proporcionándole una gran inestabilidad. Se conocen varias EROS, entre ellos están los radicales anión superóxido (O_2^-), el oxígeno singlete (1O_2), radical hidróxido (OH) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2). El oxígeno es indispensable para la vida, pero produce varios radicales libres, y en caso de no tener un control sobre éstos ocasionan daño celular, la exposición a continúa a estas ROS provoca estrés oxidativo (Gutiérrez *et al.*, 2014).

Existen especies reactivas de Nitrógeno (ERN), entre ellas encontramos al: óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO_2), radical peroxinitrito. Estas ERN tienen su origen en los distintos organelos de las células tales como las mitocondrias, los peroxisomas, lisosomas, en la membrana nuclear, en el citoplasma y en el retículo endoplasmático (Maldonado *et al.*, 2010).

Los radicales libres se forman durante el metabolismo en las distintas partes de la célula, principalmente en la mitocondria, por las diversas reacciones redox, realizadas por enzimas como la NADHP oxidasa, lipoxigenasas, cicloxigenasas y peroxidases (Sumaya *et al.*, 2010). También por contaminantes ambientales, radiaciones (ultravioleta, gamma, hertziana), por el consumo de sustancias tóxicas como el alcohol, tabaco y drogas o debido a una mala alimentación, exposición a fertilizantes sintéticos o pesticidas. Además es provocado por un alto estrés físico y mental (Coronado *et al.*, 2015).

2.8 Catalasa

La catalasa es una enzima antioxidante presente en la mayoría de los organismos aerobios. Es la encargada de catalizar la dismutación del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en agua y oxígeno. El peróxido de hidrogeno se forma durante la reducción del dióxigeno en agua, este compuesto junto con otras especies de oxigeno provocan daño a proteínas, lípidos, ácidos nucleicos. Es así como esta enzima juega un papel importante en la protección (Diaz, 2003).

La enzima catalasa es capaces de eliminar el H_2O_2 , convirtiendo esta especie reactiva en H_2O y $1/2 O_2$. La actividad de esta enzima se modifica cuando otras enzimas (ascorbato peroxidasa y glutatión peroxidasa) inducen mecanismos de acción, es decir, disminuye su actividad en las plantas cuando las otras enzimas protegen contra los daños del H_2O_2 (Sofo *et al.*, 2015).

2.9 Glutatión

El glutatión (GSH) es un compuesto importante, constituye uno de los más destacados mecanismos de protección celular, se encuentra en todos los organismos vivos y en todas las células. Su estructura está formada por tres aminoácidos (tripéptido), los cuales son cisteína, glutamina y glicina, es soluble en agua. Existen dos formas de encontrar al glutatión, en su forma unida a proteínas y en su forma libre, a la suma de estos se llama glutatión total. En su forma libre existe dos tipos, la forma glutatión reducido (GSH) y glutatión oxidado (GSSG) (Vulcano *et al.*, 2013).

La esencialidad del glutatión radica en su capacidad antioxidante, inmunoestimulante, y desintoxicante. De todos los antioxidantes conocidos hasta la fecha, el glutatión es el más importante ya que los demás antioxidantes dependen de este para poder realizar su función, muchos estudios muestran que un buen nivel de glutatión (hablamos GSH) puede solucionar problemas en la salud (Gutman, 2013).

El glutatión está presente en todos los compartimentos celulares de las plantas, en el citosol, cloroplastos, retículo endoplasmático, vacuolas y mitocondria. Su capacidad antioxidante se debe al grupo sulfuro (tiol), el cual puede ceder un electrón fácilmente (López, 2011).

2.10 Glutatión peroxidasa (GPXs)

Margis *et al.* (2008) demostró que la enzima antioxidante glutatión peroxidasa (GPXs) que contiene cisteína, es un actor clave en procesos biológicos que van mucho más allá de la desintoxicación de hidroperóxidos. Se ha demostrado también que previene el daño oxidativo del ADN (Brigelius & Kipp, 2009) y que puede desencadenar la muerte celular en condiciones de deficiencia (Seiler *et al.*, 2008).

El GPXs, dependiente del selenio, es una selenioproteína que se ubica en la matriz mitocondrial y en el citosol (Cardona & Reza, 2011). Su acción es catalizar la reducción de peróxidos, superóxidos y radicales OH en agua y alcohol respectivamente, la forma de neutralizar al OH· es cediéndole un electrón (Sumaya *et al.*, 2010).

2.11 Vitamina C

El ácido ascórbico o vitamina C es considerado por muchos autores como un agente antioxidante necesario para la formación y mantenimiento adecuado del material intercelular, su acción antioxidante reduce el efecto perjudicial de los radicales libres. Esta vitamina la encontramos casi exclusivamente en productos vegetales, frutas y verduras frescas, es muy sensible factores como la luz, la temperatura, el oxígeno y la cocción de los vegetales degradan esta vitamina (Bastías & Cepero, 2016).

La vitamina C es uno de los más potentes antioxidantes naturales, reacciona con el O_2^- , 1O_2 , OH y H_2O_2 , Oxidándose a dehidroascorbato de ahí es nuevamente reestructurado a ácido ascórbico con ayuda del dehidroascorbato reductasa. Las principales fuentes de esta vitamina son las frutas, verduras y hortalizas (cítricos, fresas, kiwi, melón, pimientos, tomates, coles, coliflor) (Valls, 2016).

2.12 Injerto

En México para obtener una mayor producción y calidad comercial y nutracéutica, se han venido utilizando técnicas tales como el uso de injertos y ambientes controlados como invernaderos, que permiten tener una mayor eficiencia y eficacia en el uso del recurso agua y fertilizante. También es posible controlar factores bióticos (temperatura, humedad, ventilación, luminosidad, CO_2) y la incidencia de plagas y enfermedades (Hernández *et al.*, 2014).

Según Gaion *et al.* (2017) injerto es una técnica que se usa normalmente en cultivos de hortalizas para mejorar la producción. El injerto usa una planta vigorosa para

sustituir el sistema de raíces de un cultivar de interés económico pero que es susceptible a uno o más factores de estrés.

Entre los principales objetivos del uso del injerto aprovechando los beneficios del portainjerto son: mayor vigor a la planta, aumento en el rendimiento, resistencia a salinidad, estrés hídrico, incremento en la resistencia o tolerancia a las enfermedades del suelo y, por último, se mejora calidad del producto cosechado (Chew *et al.*, 2012).

El injerto se define como la unión de dos partes de tejido vegetal vivo de tal forma que se unan, crezcan y se desarrollen como una misma planta (Oda, 1995). Esta técnica en sus inicios fue más estudiada en especies frutales, en la actualidad se ha vuelto popular en muchas especies de hortalizas, en las que destacan el tomate (*Solanum lycopersicum*), sandía (*Citrullus lanatus*), melón (*Cucumis melo*), berenjena (*Solanum melongena*) y pimiento (*Capsicum annuum*) (Velasco *et al.*, 2016).

Para otros autores un injerto es una combinación de características deseables, que está formado por nuevos brotes que son aportados de una planta que se llama 'variedad' y del sistema radical que es de otra planta que se conoce como patrón. La producción de injertos de hortalizas se comenzó en el año 1920 cuando la sandía fue injertada sobre patrón de calabaza con el objetivo de disminuir los daños causados *Fusarium* en Japón y Corea (Ozores *et al.*, 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la localidad de Buenavista en Saltillo, Coahuila, Departamento de Horticultura, el cultivo se estableció en condiciones de malla sombra con un 30% de sombreo, y las mediciones de las variables se llevaron a cabo en los laboratorios del mismo departamento, las coordenadas de ésta son: latitud norte 25.35° y longitud oeste 101.03°.

3.2 Material vegetal

Para el presente trabajo de investigación se utilizaron frutos de la variedad melón cantaloupe (*Cucumis melo L.*); semillas E25F.001 F1 de la casa semillera Enza Zaden para la variedad del cultivo y como material para la porta injerto utilizo calabacita criolla (*Curcubita máxima D.*) Ferro R2 de la empresa semillera Rijk Zwaan.

3.3 Siembra

Las semillas de melón se sembraron en charolas de poliestireno expandido de 60 cavidades, se empleó como medio de germinación una mezcla 3 fina especial de peat moss (Sunshine®), con la misma mezcla se germinaron las semillas del portainjerto, pero con la diferencia que se sembró siete días después, con la finalidad de tener un crecimiento homogéneo debido a que el patrón presenta un crecimiento más rápido y vigoroso que la variedad, con esto se trató de asegurar una buena unión del injerto.

3.4 Realización del injerto

El injerto se realizó después de los 12 días de estar sembrada la variedad y con 5 días de la siembra del portainjerto, cuando ambas plántulas presentaban un tallo de 5 mm de diámetro. Se esterilizó el área de trabajo con alcohol al 70 %, al igual se esterilizaron herramientas y las manos para evitar contaminación del material

vegetal. Los cortes se realizaron con un bisturí y con clips se ayudó a sostener el injerto de aproximación.

3.5 Manejo post injerto

Una vez efectuada la actividad del injerto, las plantas injertadas se llevaron a una cámara de prendimiento la cual tenía una humedad relativa mayor al 90%, para lograrlo se asperjaba agua con ayuda de un atomizador 3 ó 4 veces al día, según se considerara. Una vez que se formó el callo se aclimataron a temperatura ambiente exterior para llevar a cabo el trasplante.

3.6 Trasplante

Después de 12 días de haber efectuado la técnica de injerto se realizó el trasplante en bolsas negras de plástico con capacidad de 12 L, el suelo (cuadro 3) utilizado fue recolectado en el municipio de Matamoros, Coahuila, en una zona productora de melón (SIAP, 2018), la distribución bajo la casa sombra fue a una distancia de 0.75 m entre plantas y 1 m entre hileras.

3.7 Riego

Durante la etapa de germinación de la semilla el riego se realizó diariamente hasta llegar a la etapa de plántula. Después de realizado el trasplante se determinó la cantidad suficiente a regar en base a las lecturas de tensiómetros instalados en plantas elegidas al azar. Tomando en cuenta que al colocar 200 mL de agua por maceta la tensión hídrica disminuía 10 kPa en el suelo utilizado. El análisis de agua se menciona en el cuadro número 3.

3.8 Fertilización

Para la fertilización se utilizó una solución nutritiva Steiner (Steiner, 1961). Al comenzar el crecimiento vegetativo se aplicó la solución a una concentración del 25%, en pleno crecimiento vegetativo se aplicó a una concentración del 50%, en la etapa de floración y crecimiento de frutos se regó con la solución a concentración del 75 %, en el llenado de frutos y durante la cosecha se aplicó a concentración del 100%.

Cuadro 3. Propiedades fisicoquímicas del suelo y agua utilizados en el experimento.

Variable	Agua	Suelo
		Minerales
MO	-	1.22
pH	7.94	8.09
CE	0.97	-
N-NO ₃ ⁻	3.92	54.2
P-Olsen	-	21.7
K	2.73	898
Ca	77.6	5387
Mg	22.3	477
Na ⁺	90.9	314
S-SO ₄	94.1	12.7
HCO ₃	309	17.10%
CO ₃	0	-
Cl	87.5	-
Zn	0.0025	0.56
Mn	0.0007	7.16
Cu	0.0033	0.91
B	0.51	1.55
Fe	0.0059	5.26

Minerales expresados en ppm. MO= contenido de materia orgánica (%), CE=conductividad eléctrica (dS m⁻¹).

3.9 Tratamientos

Se evaluaron un total de 6 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, mismos que se enuncian en el cuadro 4.

3.10 Producción

Para evaluar productividad se contó el número de frutos (NF) y el peso de los frutos (PF).

3.10.1 Número de frutos (NF)

Los frutos se contabilizaron cuando entraron en la etapa de fructificación, tomando en cuenta el amarre de frutos, ya que algunos frutos abortaron

Cuadro 4. Descripción de tratamientos.

<i>Tratamiento</i>	<i>Descripción</i>
<i>SI20</i>	Sin injerto-Tensión hídrica de 20 kPa.
<i>SI30</i>	Sin injerto-Tensión hídrica de 30 kPa.
<i>SI40</i>	Sin injerto-Tensión hídrica de 40 kPa.
<i>CI20</i>	Con injerto-Tensión hídrica de 20 kPa.
<i>CI30</i>	Con injerto-Tensión hídrica de 30 kPa.
<i>CI40</i>	Con injerto-Tensión hídrica de 40 kPa.

3.10.2 Peso de fruto (PF)

El peso del fruto se tomó inmediatamente después del corte del fruto, para ello se utilizó una balanza analítica de la marca (marca OHAUS CS 5000 g) conforme maduraban, un parámetro fue una red bien formada.

3.10.3 Obtención de frutos

La cosecha se realizó conforme a la maduración de los frutos (red bien formada), se cortó con ayuda de una navaja, inmediatamente se etiquetó y se depositó en una bolsa de plástico para así poder ser colocado en una hielera, con el fin de evitar deshidratación y degradación de los compuestos de interés.

3.11 Calidad nutraceútica

Para el análisis de calidad nutraceútica en el melón, se tomó en cuenta la actividad enzimática de catalasa (CAT), glutatión peroxidasa (GPXs), y cuantificación del glutatión reducido (GSH), vitamina C (VIT C) y proteínas totales (PT).

3.11.1 Liofilización

Para poder liofilizar el fruto del melón se retiró la cascara y las semillas, luego se cortó en trozos pequeños para ser depositados en un envase pequeño de plástico, se empleó con una película plástica dejando pequeños orificios para poder secar el tejido. Se preparó el liofilizador (FreeZone 2.5 Liter Benchtop Freeze Dry System de la marca LABCONCO) y se colocaron las muestras, se dejó por 24 horas hasta poder ver que la humedad del tejido desapareciera. El tejido liofilizado se maceró, se depositó en bolsas ziploc y se colocó en un desecador con gel de silicio para deshidratar las muestras por completo.

3.11.2 Extracción de biomoléculas

Se utilizó tejido de melón liofilizado, se tomaron 200 mg de tejido y se colocaron en un tubo eppendorf agregando 20 mg de polivinil pirrolidona (PVP) (SIGMA-ALDRICH). Se añadieron 1.5 mL de buffer de fosfatos 0.1 M pH 7-7.2, se sometió a sonicación (Ultrasonic Cleaner Branson 1510) por 5 min y posteriormente se centrifugó (Microcentrifuga Refrigerada Labnet Prism™ R) a 12500 revoluciones por minuto (rpm) por un tiempo de 10 min a 4 °C. El sobrenadante fue recolectado con una jeringa estéril y filtrado con filtros jeringa PVDP 0.45 µm 13 mm tamaño de poro (Ramos et al., 2010). El extracto se diluyó en una proporción 1:15 con buffer de fosfatos y se almacenó en tubos eppendorf a -86°C.

3.11.3 Catalasa (CAT)

Se cuantificó midiendo dos tiempos de reacción, tiempo 0 (T0) y tiempo 1 (T1). La mezcla de reacción para el blanco se preparó agregando 0.1 mL del extracto de biomoléculas, 1 mL de buffer de fosfatos (pH 7.2) y 0.4 mL de ácido sulfúrico H₂SO₄ al 5 %, y la mezcla de reacción para el T0 se preparó agregando 0.1 mL de extracto de biomoléculas, mas 1 mL de H₂O₂ (peróxido de hidrogeno) 100 mM e inmediatamente después se añadieron 0.5 mL de H₂SO₄ al 5 %, de igual forma sucedió para el T1, salvo que los 0.5 mL del H₂SO₄ al 5 % fueron aplicados después de 1 minuto de reacción entre el extracto y el peróxido.

La reacción se efectuó a una temperatura de 20 °C mediante agitación constante. Finalmente se llevó a cabo la lectura del consumo de H₂O₂ a 270 nm en un espectrofotómetro (Thermo Scientific GENESYS 10S UV-Vis). La actividad enzimática se determinó luego de extrapolar las absorbancias en la ecuación de la recta de H₂O₂. La actividad catalasa se expresó en mM de H₂O₂ g⁻¹ min⁻¹ (Cansev, Gulen & Eris, 2011).

3.11.4 Glutación Peroxidasa (GPXs)

Se determinó mediante el método propuesto por Xue, Hartikainen & Piironen (2001), empleando peróxido de hidrogeno (H₂O₂) como sustrato. Como primer paso se colocó 0.2 mL del extracto de biomoléculas en un tubo de ensaye, enseguida se añadió 0.4 mL de glutación reducido 0.1 M y 0.2 mL de Na₂HPO₄ 0.067 M. Esta mezcla fue pre-calentada en baño de agua (IKA[®] HB 10 Basic) a 25 °C por 5 minutos. Posteriormente se le agregaron 0.2 mL de H₂O₂ 1.3 mM para iniciar la reacción catalítica. Se dejó reaccionar por 10 min y fue detenida mediante la adición de 1 mL de ácido tricloro acético al 1 %. Esta mezcla de reacción fue puesta en baño de hielo por 30 min.

Enseguida la mezcla se centrifugó a 3000 rpm por 10 min. Se tomaron 0.48 mL del sobrenadante y se colocaron un tubo de ensaye, se le agregaron 2.2 mL de Na₂HPO₄ (0.32 M) y 0.32 mL de una solución 1 mM del colorante ácido 5,5 ditio-bis-2-nitro benzoico (DTNB). Se leyó en un espectrofotómetro UV-VIS a 412 nm.

3.11.5 Glutación reducido (GSH)

La actividad del glutación se realizó mediante la técnica de Xue et al. (2001). Se colocó en un tubo de ensaye 480 µL del extracto de biomoléculas y 2.2 mL de Na₂HPO₄ 0.32 M, se agitó, se añadió 320 µL del colorante DTNB 1mM y se agitó nuevamente, se leyó mediante espectrofotometría UV-VIS a 412 nm. La actividad enzimática GSH se determinó a partir de extrapolar las absorbancias en la ecuación de la recta de glutación reducido.

3.11.6 Vitamina C (VIT C)

Se pesaron 20 g de melón fresco y fue colocado en un mortero. Se agregaron 10 mL de ácido clorhídrico (HCl) al 2%, se trituro cuidadosamente (hasta obtener una consistencia de papilla). Se agregaron 100 mL de agua destilada y se homogenizó completamente con la ayuda del pistilo.

Después se filtró el contenido a través de una gasa, recibiendo el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 250 mL y se midió el volumen total exacto. Se tomaron tres alícuotas de 10 ml del filtrado y se vaciaron en matraces Erlenmeyer de 125 mL.

Con la ayuda de una bureta se tituló con reactivo Thielmann hasta observar la aparición de una coloración rosa que se mantuviera durante un lapso de 30 segundos y se anotó el volumen utilizado de este reactivo.

Para obtener el contenido de vitamina "C" presente en cada muestra se empleó la fórmula siguiente:

$$\text{mg}/100\text{g vitamina C} = \frac{(\text{VRT})(0.088)(\text{VT})(100)}{(\text{VA})(\text{P})}$$

Donde:

VRT= volumen gastado en ml del reactivo de Thielmann

0.088 = miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de reactivo de Thielmann.

VT = Volumen Total en ml del filtrado de vitamina "C" en HCl

VA = Volumen en ml de la alícuota valorada.

P = Peso de muestra en gramos.

Los resultados fueron expresados en mg/100g de peso fresco.

4.11.7 Proteínas totales (PT)

La cuantificación de proteínas totales se realizó por el método de colorimétrico con la técnica propuesta por Bradford (Bradford, 1976). Se empleó 0.1 µL del extracto de

biomoléculas y se agregó 1 mL del reactivo proteico (azul brillante de Coomassie G-250), se mezcló perfectamente con ayuda del vortex y se dejó reaccionar por un lapso de 2 minutos, la mezcla se colocó en celdillas desechables de plástico y se leyó la absorbancia a 595 nm en el espectrofotómetro.

4.12 Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con un arreglo factorial 2x3, para el factor uno se usaron dos niveles: con injerto y sin injerto; para el factor dos se usaron tres niveles: tensión hídrica de 20, 30 y 40 kPa.

Se realizó una prueba de comparación de medias con la prueba LSD ($\alpha=0.05$) con el software estadístico Infostat versión 2017.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Numero de frutos (NF)

La interacción de los factores para esta variable presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, los valores más altos lo obtuvieron las plantas con injerto y estrés hídrico de 30 kPa con 3.6 frutos, asimismo el tratamiento sin injerto con estrés hídrico de 20 kPa obtuvo el mismo número de frutos. En la comparación de medias del factor injerto no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, para el factor de tensión hídrica se encontró diferencia significativa, el tratamiento con tensión hídrica de 40 kPa obtuvo el menor número de frutos con un valor de 2.1, el resto de tratamientos obtuvieron un valor de 3.30 frutos.

Cuadro 5. Número de frutos en plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres tensiones hídricas.

Factor	Tratamiento	NF
Injerto	CI	3.0a
	SI	2.8a
Tensión hídrica	TH20	3.3a
	TH30	3.3a
	TH40	2.1a
Interacción injerto - tensión hídrica	CI20	3.0ab
	CI30	3.6a
	CI40	2.4ab
	SI20	3.6a
	SI30	3.0ab
	SI40	1.8b
†Medias con diferentes letras son significativamente diferentes (LSD, $\alpha \leq 0.05$). NF= Número de frutos.		

Ribas *et al.* (2001) comprobaron en sus tratamientos de melón sometidos a riegos deficitarios obtuvieron menor número de frutos en comparación con los más regados y con el testigo, manifestó que el número y tamaño de fruto se vio afectado por la carencia de agua, la cual tuvo influencia en el cuajado y menos crecimiento de los mismos. Mañas *et al.* (2005) informa que el número de frutos por planta es influenciado en la etapa de diferenciación de estructuras vegetativas y reproductivas, el cual es un periodo muy sensible al estrés hídrico, por lo que concuerda que los tratamientos sometidos a mayor estrés hídrico presentan menor cantidad de frutos por planta.

5.2 Peso de fruto (PF)

La interacción de los factores para esta variable muestra diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, obteniendo el valor más alto para las plantas que fueron sometidas a un menor estrés hídrico (20 kPa) con injerto, en segundo lugar, se encuentra el tratamiento sin injerto sometido al mismo estrés hídrico.

Cuadro 6. Peso de frutos en plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres tensiones hídricas.

Factor	Tratamiento	PF
Injerto	CI	552.08a
	SI	476.13b
Tensión hídrica	TH20	662.75a
	TH30	556.73b
	TH40	416.25c
Interacción injerto - tensión hídrica	CI20	662.75a
	CI30	543.0ab
	CI40	450.5 bc
	SI20	595.75a
	SI30	570.25ab
	SI40	382.00c

†Medias con diferentes letras son significativamente diferentes (LSD, $\alpha \leq 0.05$). PF= peso de frutos (g).

Guerra *et al.*, (2015) encontró una marcada relación en la cantidad de agua aplicada en frutos de lima y el peso de estos, sus tratamientos más regados alcanzaron los mayores valores. En frutos de chile reportan que el mayor rendimiento y peso de frutos se obtuvieron con el tratamiento más alto en humedad (Quintal *et al.*, 2012).

5.3 Catalasa (CAT)

En la interacción de los factores para esta variable no presenta diferencia significativa en la cuantificación de esta enzima antioxidante, pero el valor más alto lo alcanzaron los tratamientos de plantas injertadas con estrés hídrico de 40 kPa y el de plantas sin injerto con estrés de 30 kPa. En la comparación de medias de los dos factores no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, los tratamientos con mayor déficit hídrico presentan mayor actividad enzimática.

Cuadro 7. Actividad enzimática de catalasa en frutos de plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres regímenes hídricos.

Factor	Tratamiento	CAT
Injerto	CI	1.25a
	SI	1.09a
Tensión hídrica	TH20	0.82a
	TH30	1.53a
	TH40	1.17a
Interacción injerto - tensión hídrica	CI20	0.71a
	CI30	1.49a
	CI40	1.56a
	SI20	0.93a
	SI30	1.56a
	SI40	0.78a
†Medias con diferentes letras son significativamente diferentes (LSD, $\alpha \leq 0.05$). CAT= catalasa (mM de H ₂ O ₂ g ⁻¹ min ⁻¹).		

Najafabadi *et al.* (2018) encontró que en sus tratamientos sometidos a déficit hídrico hubo mayor actividad de la catalasa, debido a que en condiciones de estrés hídrico la planta genera más EROS y por ello la cantidad de catalasa aumenta para contrarrestar los efectos nocivos de estos, además de otras enzimas antioxidantes (Hao *et al.*, 2015).

5.4 Glutación peroxidasa (GPXs)

En las interacciones de los dos factores en esta variable se observa diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados, se obtienen los valores más altos en las plantas con injerto con estrés hídrico de 40 y 30 kPa con valores de 2.12 y 2.05 respectivamente. En la comparación de medias los tratamientos con injerto tuvieron significancia en el contenido de esta enzima.

La actividad de las enzimas antioxidantes aumentan conforme la producción de los especies oxidantes producido debido al estrés hídrico (Mukherjee & Choudhuri, 1983). Como se ha mencionado el aumento del estrés hídrico provoca una respuesta de la planta para activar su sistema antioxidante, por lo que la actividad de esta y otras enzimas se eleva (Sofo *et al.*, 2015).

Cuadro 8. Actividad enzimática de glutación peroxidasa en frutos de plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres regímenes hídricos.

Factor	Tratamiento	GPXs
Injerto	CI	1.81a
	SI	1.10a
Tensión hídrica	TH20	1.00c
	TH30	1.58a
	TH40	1.80b
Interacción injerto - tensión hídrica	CI20	1.28bc
	CI30	2.05a
	CI40	2.12a
	SI20	0.72d
	SI30	1.11c
	SI40	1.48b

†Medias con diferentes letras son significativamente diferentes (LSD, $\alpha \leq 0.05$). GPXs= Glutación peroxidasa (mM de EQ de GSH reducido $g^{-1}min^{-1}$).

5.5 Glutación reducido (GSH)

En la interacción de los factores para esta variable se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la cantidad de GSH, el valor más alto fue de 3.27, lo presento el tratamiento con plantas injertadas y con estrés hídrico de 40 kPa, en segundo lugar, se ubica las plantas sin injerto con estrés hídrico de 20 kPa con un valor de 3.01. En la comparación de medias del factor injerto y sin injerto no presento diferencias significativas, lo mismo sucedió para el factor estrés hídrico que no hay diferencia significativa entre sus tratamientos.

Cuadro 9. Contenido de glutación reducido en frutos de plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres tensiones hídricas.

Factor	Tratamiento	GSH
Injerto	CI	2.23a
	SI	2.29a
Tensión hídrica	TH20	2.57a
	TH30	1.77a
	TH40	2.44a
Interacción injerto - tensión hídrica	CI20	2.12ab
	CI30	1.3b
	CI40	3.27a
	SI20	3.01a
	SI30	2.24ab
	SI40	1.62b
†Medias con diferentes letras son significativamente diferentes (LSD, $\alpha \leq 0.05$). GSH= Glutación reducido (mM EQ de GSH reducido g ⁻¹).		

Akashi *et al.* (2004) describe en su trabajo realizado en sandía que las plantas al estar sometidas a estrés por sequia son envueltas en respuestas morfológicas y fisiológicas. Una de estas respuesta es de la activación de compuestos antioxidantes para contrarrestar los efectos de los ROS (Martinez *et al.*, 2018).

5.6 Vitamina C (VIT C)

Para las interacciones de los dos factores en esta variable se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, el valor más alto lo obtuvo los frutos con injerto en plantas con estrés de 30 kPa., con un contenido de 26.01 mg de vitamina C, el segundo valor más alto es para los frutos sin injerto con plantas sometidas a un estrés de 40 kPa. con un contenido de 22.43 mg y en tercer lugar el tratamiento con injerto y con estrés de 40 kPa con un contenido de 21.48 mg.

Cuadro 10. Contenido de vitamina C en frutos de plantas de melón con y sin injerto sometidas a tres regímenes hídricos.

Factor	Tratamiento	VIT C
Injerto	CI	19.23a
	SI	19.52a
Tensión hídrica	TH20	13.54b
	TH30	22.53a
	TH40	21.95a
Interacción injerto - tensión hídrica	CI20	10.19b
	CI30	26.01a
	CI40	21.48a
	SI20	17.08ab
	SI30	19.04ab
	SI40	22.43a
†Medias con diferentes letras son significativamente diferentes (LSD, $\alpha \leq 0.05$). VIT C= Vitamina C (mg 100 g ⁻¹ de peso fresco).		

Los resultados son similares en cuanto a estrés hídrico a los obtenidos por Wang *et al.* (2017) quien obtuvo diferencias significativas en plantas de melón en su segundo año de experimento, sus tratamientos estuvieron sometidas a diferentes regímenes hídricos.

En el factor injerto se tuvo una respuesta similar, en el cultivo pepino injertado se manifestó en frutos un aumento en el contenido de vitamina C (Peralta, 2017).

VI CONCLUSIÓN

La producción del cultivo de melón sometido a tres tensiones hídricas en presencia de injerto se ve influenciado por el factor hídrico, a un mayor nivel de éste hay menor número de frutos, en cuanto al peso de frutos los tratamientos con mayor suministro de agua presentan el mayor valor. En cuestión de la cantidad y actividad enzimática, el estrés hídrico tiene mayor influencia, sin embargo, en la actividad del GPXs y en contenido de vitamina C mayoritariamente se atribuye al injerto.

VII. LITERATURA CITADA

- Akashi, K., Nishimura, N., Ishida, Y., & Yokota, A. (2004). Potent hydroxyl radical-scavenging activity of drought-induced type-2 metallothionein in wild watermelon. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 323(1), 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2004.08.056>
- Barzegar, T., Lotfi, H., Rabiei, V., Ghahremani, Z., & Nikbakht, J. (2017). Effect of water-deficit stress on fruit yield, antioxidant activity, and some physiological traits of four Iranian melon genotypes. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48, 13–25. <https://doi.org/10.22059/ijhs.2017.63643>
- Bastías, J., & Cepero, Y. (2016). La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. *Rev Chil Nutr*, 43(1), 81–86. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000100012>
- Basurto Sotelo, A. Núñez Barrios, R. P. L. R. Y O. A. H. R. (2008). Fisiología del ESTRÉS AMBIENTAL EN PLANTAS. *Synthesis*, 48(5).
- Biuret Guzmán A., Juárez Hernández E., Seiro Ortega E., Romero Viruegas R., S. B. J. (2009). Los nutraceuticos. Lo que es conveniente saber. *Revista Mexicana de Pediatría*, 76(3), 136–145.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1–2), 248–254.
- Brigelius-Flohé, R., & Kipp, A. en H. de I. S. pd. (2009). Glutathione peroxidases in different stages of carcinogenesis. *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, 1790(11), 1555–1568. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2009.03.006>
- Carbajal Azcona A, & Gonzales Fernandez M. (2013). Propiedades físicas y químicas del agua. *Agua*, 1–16. Retrieved from <https://www.ucm.es/.../458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-9>
- Carnide, V., & Borroso, M. (2006). Las Cucurbitáceas: bases para su mejora genética. *Horticultura Internacional*, (53), 16–21. Retrieved from

http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rhi53/16_21.pdf

- Chew, Y., Gaytán, A., Espinoza, J. de J., Reta, D., Reyes, I., Chew, R., & Ramírez, R. (2012). Planta de tomate injertada bajo condiciones de invernadero: rendimiento y calidad del fruto. *Agrofaz*.
- Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206–212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Crawford, H. (2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de melón, 92. Retrieved from <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/01 Manual melon.pdf>
- Criado Dabrowska, C., & Moya Mir, M. S. (2009). Vitaminas y antioxidantes. *Departamento De Medicina De La Universidad Autonoma De Madrid*, 5–33. Retrieved from http://2011.elmedicointeractivo.com/Documentos/doc/VITAMINAS_Y_ANTIOX_EL_MEDICO.pdf?botsearch
- Díaz, A. (2003). La Estructura de las Catalasas. *Unam*, 22(2), 76–84. Retrieved from http://www.uacj.mx/ICB/redcib/Documents/REB_DOC/2003/06/2003-2_LA ESTRUC_.pdf
- Ezz El-Din Ibrahim, M. (2016). Phenolic Content and Antioxidant Activity of Cantaloupe (<i>Cucumis melo var. cantalupensis</i>) and Food Application. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 5(1), 16. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20160501.13>
- FAO. (2010). Fichas Técnicas: productos frescos de verduras. *Fao, Prodar, IICA*, 80. Retrieved from <http://www.fao.org/fileadmin/templates/inpho/documents/FRES-VERDURAS.pdf>
- Ferreira, R., Selles, G., Silva, H., Ahumada, R., Muñoz, I., & Muñoz, V. (2006). Efecto del agua aplicada en las relaciones hídricas y productividad de la vid “Crimson Seedless.” *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 41(7), 1109–1118. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000700006>
- Florido, M. y L. B. (2014). Revisión bibliográfica TOLERANCIA A ESTRES POR DEFICIT HIDRICO EN TOMATE. *Cultivos Tropicales, INCA*, 35(3), 70–88.

- Frankel, E. (2010). *Antioxidantes naturales. Aspectos saludables, toxicológicos y aplicaciones industriales. Antioxidantes naturais. Aspectos saludables, toxicologicos de aplicacion industriais.*
- Gaion, L. A., Braz, L. T., Carvalho, R. F., & Gaion, L. A. (2017). Grafting in Vegetable Crops : A Great Technique for Agriculture Grafting in Vegetable Crops : A Great Technique for. *International Journal of Vegetable Science*, 00(00), 1–18. <https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1357062>
- Gricel, V., & Helena, Z. (2017). Comportamiento y competitividad de la producción y comercio de melón en México, 64–79.
- Guerra, D. D., Grajales, L. C., & Ríos Rojas, L. (2015). Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1), 79–85.
- Gutiérrez-Salinas, J., Mondragón-Terán, P., García-Ortiz, L., Hernández-Rodríguez, S., Ramírez-García, S., & Núñez-Ramos, N. R. (2014). Breve descripción de los mecanismos moleculares de daño celular provocado por los radicales libres derivados de oxígeno y nitrógeno. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 19(4), 446–454.
- Gutman, J. (2013). Glutation Su Rol En El Cancer Y En Terapias Anticancer. Retrieved from <http://www.enfermeriaalternativa.cl/pdf/GLUTATHIONEBOOKLET.pdf>
- Hao, Z., Fan, C., Cheng, T., Su, Y., Wei, Q., & Li, G. (2015). Genome-wide identification, characterization and evolutionary analysis of long intergenic noncoding rnas in cucumber. *PLoS ONE*, 10(3), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121800>
- Hernández-González, Z., Sahagún-Castellanos, J., Espinosa-Robles, P., Colinas-León, M. T., & Rodríguez-Pérez, J. E. (2014). Efecto del patron en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(1), 41–47. Retrieved from about:blank
- Herrera, A; Ferrat-Lazcano, I. (2008). SEQUIA?, ¿INUNDACIONES?... EL POTASIO AYUDA AL MAIZ A SOPORTAR EL ESTRES HIDRICO Anaite Herrera e Ignacio Lazcano-Ferrat*, 2–4.
- José Cardona, A., & Lázaro Reza, G. (2011). Esteatosis en un burro (*Equus asinus*). Primer reporte en Colombia. *Revista MVZ Cordoba*, 16(3), 2793–2798.

- Kalra, E. K. (2003). Nutraceutical-definition and introduction. *AAPS PharmSci*, 5(3), 27–28.
<https://doi.org/10.1208/ps050325>
- Lee, A. (2009). El movimiento del gau a través de las plantas. *Horticultura Internacional*, 72, 44–49.
- López, Fernando, Lazarova, B. & S. (2012). Antioxidantes, un paradigma en el tratamiento de enfermedades. (Spanish). *Antioxidants, a Paradigm for Diseases Treatment. (English)*, 6(1), 48–53. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=76282449&lang=es&site=ehost-live>
- López, O. (2011). Estado oxidativo y producción de volátiles del jitomate en función de los estados de maduración. *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, Tesis Doct*, 70.
- Luna-Flores, W.; Estrada-Medina, H.; Jiménez-Osornio, J. J. M.; Pinzón-López, L. L. (2012). EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO SOBRE EL CRECIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN PLÁNTULAS DE TRES ESPECIES ARBÓREAS CADUCIFOLIAS. *Terra Latinoamericana, Sociedad Mexicana de La Ciencia Del Suelo, A.C.*, 30(4), 343–353. Retrieved from www.redalyc.org/articulo.oa?id=57325814006
- Maldonado, O., Jiménez, E., Bernabé, M., Ceballos, G., & Méndez, E. (2010). Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. *Rev Med UV*, (272), 32–39. Retrieved from https://www.uv.mx/rm/num_antteriores/revmedica_vol10_num2/articulos/radicales.pdf
- Mañas Olalla, F. M. S., López Fuster, P., Calera Belmonte, A. . (2005). *Agua y Agronomía*. (E. Mundi-Prensa., Ed.). España.
- Margis, R., Dunand, C., Teixeira, F. K., & Margis-Pinheiro, M. (2008). Glutathione peroxidase family - An evolutionary overview. *FEBS Journal*, 275(15), 3959–3970.
<https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2008.06542.x>
- Martínez, V., Nieves-Cordones, M., López-Delacalle, M., Rodenas, R., Mestre, T. C., García-Sánchez, F., ... Rivero, R. M. (2018). Tolerance to stress combination in tomato plants: New insights in the protective role of melatonin. *Molecules*, 23(3), 1–20.
<https://doi.org/10.3390/molecules23030535>

- Mayor Oxilia, R. (2010). Estrés Oxidativo y Sistema de Defensa Antioxidante. *Inst. Med. Trop*, 5(2), 23–29. Retrieved from <http://www.imt.edu.py/admin/uploads/Documento/v5n2a05.pdf>
- Medrano, H., & Bota, J. E. Al. (2007). Eficiencia en el uso del agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas*, 43(October 2015), 63–84. <https://doi.org/10.14198/INGEO2007.43.04>
- Monge, C. (2008). El agua: recurso natural y elemento de desarrollo. *Nuestra Visión Socialdemocrata*, 21–27. Retrieved from www.fusda.org/revista11pdf/Revista112ELAGUARECURSONATURALYELEMENTODEDESARROLLO.PDF
- Moreno, D. (2004). Melón (*Cucumis melo*). *Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO)*, 1600, 36–39. Retrieved from http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20912_sg7.pdf
- Moreno F, L. P. (2009). Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 179–191.
- Mukherjee, S. P., & Choudhuri, M. A. (1983). Implications of water stress-induced changes in the levels of endogenous ascorbic acid and hydrogen peroxide in *Vigna* seedlings. *Physiologia Plantarum*, 58(2), 166–170. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1983.tb04162.x>
- Ojeda-Silvera, Carlos Michel; Nieto-Garibay, Alejandra; Reynaldo-Escobar, Inés María; Troyo- Diéguez, Enrique; Ruiz-Espinoza, Francisco Higinio; Murillo-Amador, B. (2013). TOLERANCIA AL ESTRÉS HÍDRICO EN VARIEDADES DE ALBAHACA *Ocimum basilicum* L. *Terra Latinoamericana*, 31,(Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México), 145–154.
- Ozores-hampton, M., Zhao, X., & Ortez, M. (2010). Introducción a la Tecnología de Injertos a la Industria de Tomate en la Florida: Beneficios Potenciales y Retos. *IFAS Extension - University of Florida*, 1–6.
- Peralta Manjarrez, R. M. (2017). *Efecto del injerto sobre el desarrollo y calidad nutraceutica de dos variedades de pepino bajo dos ambientes de fertilizacion*. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Retrieved from

[http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42933/Peralta Manjarrez%2C Rocio Maricela.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42933/PeraltaManjarrez%2C%20Rocio%20Maricela.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

- Preciado-Rangel, P., García-Villela, K. M., Fortis-Hernández, M., Valencia, R. T., Rueda Puente, E. O., & Esparza-Rivera, J. R. (2015). Nutraceutical quality of cantaloupe melon fruits produced under fertilization with organic nutrient solutions. *Cien. Inv. Agr*, 42(3), 475–481. <https://doi.org/10.4067/s0718-16202015000300015>
- Prohens, J. (2006). Mejora genética de la calidad nutracéutica en hortalizas, 26–32.
- Quintal Ortiz, W. C., Pérez-Gutiérrez, A., Moreno, L. L., May-Lara, C., Sánchez, E. R., & Martínez Chacón, A. J. (2012). Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(2), 155–160.
- Reglero, G. (2011). *Nuevos alimentos, alimentos funcionales y nutracéuticos. Nutrición, salud y alimentos funcionales.*
- Ribas, F., Cabello, M. J., Moreno, M. M., & Moreno, A. (2001). Influencia del riego y de la aplicación de potasio en la producción del melón (*Cucumis melo L.*). I : Rendimiento. *Invest. Agra. Prod. Prot. Veg.*, 16(2), 283–297.
- Seiler, A., Schneider, M., Förster, H., Roth, S., Wirth, E. K., Culmsee, C., ... Conrad, M. (2008). Glutathione Peroxidase 4 Senses and Translates Oxidative Stress into 12/15-Lipoxygenase Dependent- and AIF-Mediated Cell Death. *Cell Metabolism*, 8(3), 237–248. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2008.07.005>
- Sofa, A., Scopa, A., Nuzzaci, M., & Vitti, A. (2015). Ascorbate peroxidase and catalase activities and their genetic regulation in plants subjected to drought and salinity stresses. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(6), 13561–13578. <https://doi.org/10.3390/ijms160613561>
- Steiner, A. (1961). A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition. *Plant and Soil XV*, (2), 134–154. <https://doi.org/10.1007/BF01347224>
- Sumaya Martínez, Ma. Teresa Betanzos Cabrera, Gabriel Delgado Olivares, L. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y Ciencia*, Septiembre, 10–15. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67415744003>

- Taiz L. y Zeiger E. (2006). *Fisiología vegetal*. (universiudad de jaume, Ed.) (3rd ed.).
- Troxler, S. (2014). North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services. *Division, Drug Protection, 1070(919)*, 1–5.
- Valenzuela B, A., Valenzuela, R., Sanhueza, J., & Morales I, G. (2014). Alimentos funcionales, nutraceúticos y foshu: ¿vamos hacia un nuevo concepto de alimentación? *Revista Chilena de Nutrición, 41(2)*, 198–204. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000200011>
- Valls, V. (2016). El papel antioxidante de los alimentos de origen vegetal. vitaminas y polifenoles. *Universidad de Valencia*, 1–9. <https://doi.org/10.1021/jf100364k>
- Venereo Gutiérrez, J. R. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de Medicina Militar, 31(2)*, 126–133. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00046-X>
- Viviant, V. (2006). Frutas y verduras. *Revista Diabetes Voice, 51(2)*, 17–19.
- Vulcano, D., Andrea, L., Luis, A., Ofelia, M., Andrea, L., Vulcano, D., ... Tapia, M. O. (2013). Glutathione homeostasis. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, 47(3)*, 529–539.
- Wang, J., Huang, G., Li, J., Zheng, J., Huang, Q., & Liu, H. (2017). Effect of soil moisture-based furrow irrigation scheduling on melon (*Cucumis melo* L.) yield and quality in an arid region of Northwest China. *Agricultural Water Management, 179*, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.023>
- Wendy Luna-Flores, Héctor Estrada-Medina, Emilio Morales-Maldonado, O. Á. (2015). ESTRÉS POR DÉFICIT HÍDRICO EN PLANTAS: UNA REVISIÓN. *CHILEAN JOURNAL OF AGRICULTURAL & ANIMAL SCIENCES (Ex Agro-Ciencia)*, 31((1)), 61–69.
- Wendy Luna-Flores¹, Héctor Estrada-Medina^{1*}, Emilio Morales-Maldonado¹, O. Á. (2015). ESTRÉS POR DÉFICIT HÍDRICO EN PLANTAS: UNA REVISIÓN. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., Ex Agro-Ciencia, 30(3)*, 61–69.
- Yoosefzadeh Najafabadi, M., Soltani, F., Noory, H., & Díaz-Pérez, J. C. (2018). Growth, yield and enzyme activity response of watermelon accessions exposed to irrigation water deficit. *International Journal of Vegetable Science, 00(00)*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1419329>

Velasco-Alvarado, M., & Castro-Brindis, R., & Castillo-González, A., & Avitia-García, E., & Sahagún-Castellanos, J., & Lobato-Ortiz, R. (2016). COMPOSICIÓN MINERAL, BIOMASA Y RENDIMIENTO EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) INJERTADO. *Interciencia*, 41 (10), 703-708.

VIII ANEXOS

Cuadro 11. Comparación de medias de las variables evaluadas en fruto de plantas de melón con y sin injerto sometidas a diferentes tensiones hídricas.

interacción	NF	PF	CAT	GPXs	GSH	VIT C
CI20	3.0ab	662.75a	0.71a	1.28bc	2.12ab	10.19b
CI30	3.6a	543.0ab	1.49a	2.05a	1.3b	26.01a
CI40	2.4ab	450.5bc	1.56a	2.12a	3.27a	21.48a
SI20	3.6a	595.75a	0.93a	0.72d	3.01a	17.08ab
SI30	3.0ab	570.25ab	1.56a	1.11c	2.24ab	19.04ab
SI40	1.8b	382.0c	0.78a	1.48b	1.62b	22.43a
significancia	ns	ns	ns	*	**	ns
cv (%)	40.07	15.28	59.28	10.23	35.56	34.04

*, **= significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente, ns= no significativo, medias con diferentes letras son significativamente diferentes (LSD, $\alpha \leq 0.05$). NF= Número de Frutos, PF= Peso de Frutos, CAT= Catalasa (mM de H₂O₂g⁻¹min⁻¹), GPX= Glutación peroxidasa (mM de EQ de GSH reducido g⁻¹min⁻¹), GHS= Glutación reducido (mM EQ de GSH reducido g⁻¹), VIT C= Vitamina C (mg 100 g⁻¹de peso fresco).

Cuadro 12. Comparación de medias de las variables agronómicas en frutos de plantas de melón con y sin injerto.

Factor	NF	PF	CAT	GPX	GSH	Vit C
CI	3.0a	552.08a	1.25a	1.81a	2.23a	19.23a
SI	2.8a	476.13b	1.09a	1.10a	2.29a	19.52a
Signifi cancia	ns	ns	ns	**	ns	ns
cv (%)	40.07	15.28	59.28	10.23	35.56	34.04

*, **= significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente, ns= no significativo, medias con diferentes letras son significativamente diferentes (LSD, $\alpha \leq 0.05$). NF= Número de Frutos, PF= Peso de Frutos, CAT= Catalasa (mM de H₂O₂g⁻¹min⁻¹), GPX= Glutación peroxidasa (mM de EQ de GSH reducido g⁻¹min⁻¹), GSH= Glutación reducido (mM EQ de GSH reducido g⁻¹), VIT C= Vitamina C (mg 100 g⁻¹de peso fresco).

Cuadro 13. Comparación de medias de las variables evaluadas en frutos de plantas de melón sometidas a diferentes tensiones hídricas.

Factor	NF	PF	CAT	GPXs	GSH	Vit C
TH20	3.30a	662.75a	0.82a	1.00c	2.57a	13.54b
TH30	3.30a	556.73b	1.53a	1.58a	1.77a	22.53a
TH40	2.10b	416.25c	1.17a	1.80b	2.44a	21.95a
significancia	*	**	ns	**	ns	*
cv(%)	40.07	15.28	59.28	10.23	35.56	34.04

*, **= significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente, ns= no significativo, medias con diferentes letras son significativamente diferentes (LSD, $\alpha \leq 0.05$). NF= Número de Frutos, PF= Peso de Frutos, CAT= Catalasa (mM de H₂O₂g⁻¹min⁻¹), GPXs= Glutación peroxidasa (mM de EQ de GSH reducido g⁻¹min⁻¹), GSH= Glutación reducido (mM EQ de GSH reducido g⁻¹), VIT C= Vitamina C (mg 100 g⁻¹de peso fresco).

Cuadro 14. ANOVA para la variable número de frutos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.30	5	2.46	1.82	0.1465
INJERTO	0.30	1	0.30	0.22	0.6416
TENSION	9.60	2	4.80	3.56	0.0444
INJERTO*TENSION	2.40	2	1.20	0.89	0.4242
Error	32.40	24	1.35		
Total	44.70	29			

Cuadro 15. Comparación de medias de la variable número de frutos factor injerto.

INJERTO	Medias	n	E.E.
CI	3.00	15	0.30 A
SI	2.80	15	0.30 A

Cuadro 16. Comparación de medias de la variable número de frutos - factor tensión hídrica.

TENSION	Medias	n	E.E.	
20	3.30	10	0.37	A
30	3.30	10	0.37	A
40	2.10	10	0.37	B

Cuadro 17. Comparación de medias de la variable número de frutos - interacción de factores.

INJERTO	TENSION	Medias	n	E.E.		
SI	20	3.60	5	0.52	A	
CI	30	3.60	5	0.52	A	
SI	30	3.00	5	0.52	A	B
CI	20	3.00	5	0.52	A	B
CI	40	2.40	5	0.52	A	B
SI	40	1.80	5	0.52		B

Cuadro 18. ANOVA para la variable peso de frutos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		207443.71	5	41488.74	6.23	0.0016
Injerto		7812.04	1	7812.04	1.17	0.2930
Tensión hídrica		187596.08	2	93798.04	14.09	0.0002
Injerto*Tensión hídrica		12035.58	2	6017.79	0.90	0.4227
Error		119859.25	18	6658.85		
Total		327302.96	23			

Cuadro 19. Comparación de medias de la variable peso de frutos - factor injerto.

Injerto	Medias	n	E.E.	
CI	552.08	12	23.56	A
SI	476.13	12	28.85	B

Cuadro 20. Comparación de medias de la variable peso de frutos - factor tensión hídrica.

Tensión hídrica	Medias	n	E.E.	
TI20	662.75	8	40.80	A
TI30	556.63	8	28.85	B
TI40	416.25	8	28.85	C

Cuadro 21. Comparación de medias de la variable peso de frutos - interacción de factores.

Injerto	Tensión hídrica	Medias	n	E.E.	
CI	TI20	662.75	4	40.80	A
SI	TI20	595.75	4	40.80	A
SI	TI30	570.25	4	40.80	A B
CI	TI30	543.00	4	40.80	A B
CI	TI40	450.50	4	40.80	B C
SI	TI40	382.00	4	40.80	C

Cuadro 22. ANOVA para la variable catalasa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.33	5	0.67	1.38	0.2781
Factor injerto	0.16	1	0.16	0.32	0.5768
Factor TH	2.00	2	1.00	2.07	0.1551
Factor injerto*Factor TH	1.18	2	0.59	1.22	0.3191
Error	8.70	18	0.48		
Total	12.03	23			

Cuadro 23. Comparación de medias de la variable catalasa - factor injerto.

Factor injerto	Medias	n	E.E.
CI	1.25	12	0.20 A
SI	1.09	12	0.20 A

Cuadro 24. Comparación de medias de la variable catalasa - factor tensión hídrica.

Factor TH	Medias	n	E.E.
30 kPa	1.53	8	0.25 A
40 kPa	1.17	8	0.25 A
20 kPa	0.82	8	0.25 A

Cuadro 25. Comparación de medias de la variable catalasa - Interacción de factores.

Factor injerto	Factor TH	Medias	n	E.E.
SI	30 kPa	1.56	4	0.35 A
CI	40 kPa	1.56	4	0.35 A
CI	30 kPa	1.49	4	0.35 A
SI	20 kPa	0.93	4	0.35 A
SI	40 kPa	0.78	4	0.35 A
CI	20 kPa	0.71	4	0.35 A

Cuadro 26. ANOVA para la variable glutatión peroxidasa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.			5.93	5	1.19	53.30 <0.0001
Factor injerto			3.06	1	3.06	137.30 <0.0001
Factor TH			2.72	2	1.36	61.00 <0.0001
Factor injerto*Factor TH			0.16	2	0.08	3.59 0.0487
Error			0.40	18	0.02	
Total			6.33	23		

Cuadro 27. Comparación de medias de la variable glutatión peroxidasa - factor injerto.

<u>Factor injerto</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
CI	1.81	12	0.04	A
SI	1.10	12	0.04	B

Cuadro 28. Comparación de medias de la variable glutatión peroxidasa - factor tensión hídrica.

<u>Factor TH</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
40 kPa	1.80	8	0.05	A
30 kPa	1.58	8	0.05	B
20 kPa	1.00	8	0.05	C

Cuadro 29. Comparación de medias de la variable glutatión peroxidasa - interacción de factores.

<u>Factor injerto</u>	<u>Factor TH</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
CI	40 kPa	2.12	4	0.07	A
CI	30 kPa	2.05	4	0.07	A
SI	40 kPa	1.48	4	0.07	B
CI	20 kPa	1.28	4	0.07	B C
SI	30 kPa	1.11	4	0.07	C
SI	20 kPa	0.72	4	0.07	D

Cuadro 30. ANOVA para la variable glutatión reducido.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>		
Modelo.			11.80	5	2.36	3.65	0.0186
Factor injerto			0.02	1	0.02	0.03	0.8628
Factor TH			2.95	2	1.48	2.28	0.1305
Factor injerto*Factor TH			8.83	2	4.41	6.83	0.0062
Error			11.62	18	0.65		
Total			23.42	23			

Cuadro 31. Comparación de medias de la variable glutatión reducido - factor injerto.

<u>Factor injerto</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
SI	2.29	12	0.23	A
CI	2.23	12	0.23	A

Cuadro 32. Comparación de medias de la variable glutatión reducido - factor tensión hídrica.

<u>Factor TH</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
20 kPa	2.57	8	0.28	A
40 kPa	2.44	8	0.28	A
30 kPa	1.77	8	0.28	A

Cuadro 33. Comparación de medias de la variable glutatión reducido - interacción de factores.

<u>Factor injerto</u>	<u>Factor TH</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
CI	40 kPa	3.27	4	0.40	A	
SI	20 kPa	3.01	4	0.40	A	
SI	30 kPa	2.24	4	0.40	A	B
CI	20 kPa	2.12	4	0.40	A	B
SI	40 kPa	1.62	4	0.40		B
CI	30 kPa	1.30	4	0.40		B

Cuadro 34. ANOVA de la variable Vitamina C.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	590.28	5	118.06	2.71	0.0539
Factor injerto	0.50	1	0.50	0.01	0.9161
Factor TH	396.17	2	198.08	4.55	0.0252
Factor injerto*Factor TH	193.62	2	96.81	2.22	0.1373
Error	784.47	18	43.58		
Total	1374.76	23			

Cuadro 35. Comparación de medias de la variable vitamina C - factor injerto.

Factor injerto	Medias	n	E.E.
SI	19.52	12	1.91 A
CI	19.23	12	1.91 A

Cuadro 36. Comparación de medias de la variable vitamina C - factor tensión hídrica.

Factor TH	Medias	n	E.E.
30 kPa	22.53	8	2.33 A
40 kPa	21.95	8	2.33 A
20 kPa	13.64	8	2.33 B

Cuadro 37. Comparación de medias de la variable vitamina C - interacción de factores.

Factor injerto	Factor TH	Medias	n	E.E.
CI	30 kPa	26.01	4	3.30 A
SI	40 kPa	22.43	4	3.30 A
CI	40 kPa	21.48	4	3.30 A
SI	30 kPa	19.04	4	3.30 A B
SI	20 kPa	17.08	4	3.30 A B
CI	20 kPa	10.19	4	3.30 B