

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Evaluación de tres compuestos bioestimulantes en calidad de la plántula de
Cucumis melo L. variedad imperial y ovación.**

POR:

JORGE LUIS FIGUEROA VÁZQUEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREON, COAHUILA

OCTUBRE DE 2021

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**Evaluación de tres compuestos bioestimulantes en calidad de la plántula de
Cucumis melo L. variedad imperial y ovación.**

POR:

JORGE LUIS FIGUEROA VÁZQUEZ

TESIS

**Que se somete a la consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR



Dr. Rubén López Salazar
Presidente



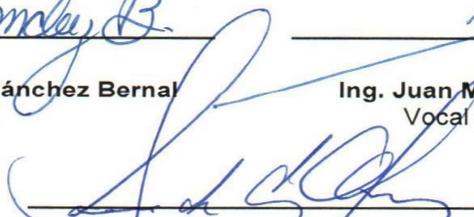
Dr. Héctor Javier Martínez Agüero
Vocal



M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal



Ing. Juan Manuel Nava Santos
Vocal suplente



Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Octubre, 2021

**Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO**



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Evaluación de tres compuestos bioestimulantes en calidad de la plántula de
Cucumis melo L. variedad imperial y ovación.**

POR:

JORGE LUIS FIGUEROA VÁZQUEZ

TESIS

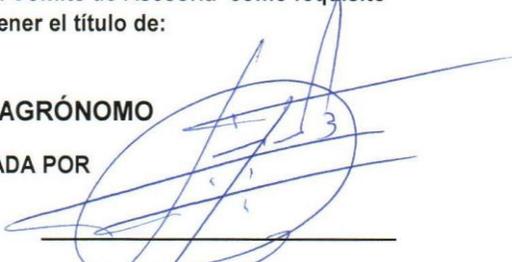
**Que se somete a la consideración del Comité de Asesoría como requisito
parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO

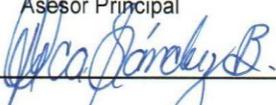
APROBADA POR



Dr. Rubén López Salazar
Asesor Principal



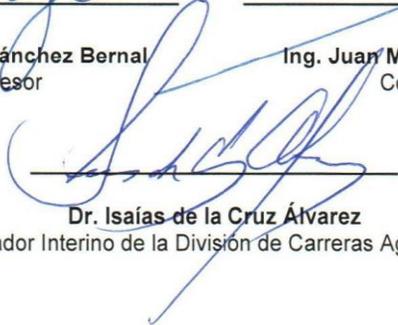
Dr. Héctor Javier Martínez Agüero
Coasesor



M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor



Ing. Juan Manuel Nava Santos
Coasesor



Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México

Octubre, 2021

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme la vida, por todas las bendiciones en este proceso como estudiante porque nunca me soltó de su mano en los momentos más difíciles, a mi virgencita que siempre escucho mis oraciones y mi suplicas. Gracias por todas esas bendiciones.

A MIS PADRES

Virgilio Figueroa Barrios y María Guadalupe Vázquez Vázquez, por regalarme la vida y darme la oportunidad de convertirme en un profesionista, que sin su apoyo esto no fuera posible solo me queda agradecerles de corazón, por su amor, comprensión, confianza, ejemplos y humildad.

A MI HERMANO

Virgilio Figueroa Vázquez, por darme el apoyo de hermano incondicionalmente de cada una de sus palabras de aliento, de que si se puede y de cada viaje que realizamos solo me queda decir gracias.

Al Dr.

Rubén López Salazar, por brindarme todo su apoyo, confianza y paciencia para realizar este trabajo y permitirme ser parte de uno de sus proyectos para realizar mi tesis de titulación. Gracias.

A MI ALMA MATER

Por la oportunidad de estudiar, prepararme y lograr mi sueño de ser un profesionista gracias.

DEDICATORIAS

A DIOS

Al ser supremo y misericordioso que, sin ayuda de él, esto no fuera posible ya que siempre puso en mi camino cosas buenas y la fuerza necesaria para salir adelante, para ti con mucho respeto y cariño.

A MIS PADRES

Virgilio Figueroa Barrios y María Guadalupe Vázquez Vázquez a que contribuyeron a cumplir mi sueño, este logro es para ustedes por todo el esfuerzo y sacrificio que hicieron por mí, hoy les recompenso con este título profesional, quiero que sepan que los amo mucho y que se sientan orgullosos de lo que han formado.

A MI HERMANO

Virgilio Figueroa Vázquez por siempre estar apoyándome esto también es para ti con todo cariño y amor de hermanos.

A MI FAMILIA

Gracias a todos por sus consejos, toda su ayuda y su apoyo, mil gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

RESUMEN

El melón, *Cucumis melo* (Cucurbitaceae), es uno de los cultivos de hortalizas ampliamente sembrados en las regiones cálidas del mundo, el uso de bioestimulantes permiten a los cultivos un desarrollo óptimo en su fisiología, se evaluaron peróxido de hidrogeno, citrulina y arginina para determinar sus efectos en la generación de plántula variedad imperial y ovation, las variables evaluadas fueron el diámetro de tallos, longitud de hojas, peso fresco de tallo, hoja y raíz, así como su peso seco, el tratamiento de arginina 2 mL (arg 2) tuvo efecto en las variables de diámetro de tallo, peso fresco hoja y raíz, peso seco hoja y raíz, en la variedad ovation el tratamiento de la citrulina 2 mL (cit 2) tuvo efecto superior en las variables de longitud de hoja 2, peso fresco de tallo y hoja y así como el tratamiento de agr 2 en diámetro de tallo y peso fresco de raíz.

Palabras claves: Calidad de plántula, Bioestimulantes, Peróxido de hidrógeno, Arginina, Citrulina.

ÌNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÌNDICE DE CONTENIDO.....	iv
INDICES DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURA.....	viii
RESUMEN	iii
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo:.....	3
1.2 Hipótesis:	3
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia económica	4
2.2 Semillas	5
2.3 Inactividad de semillas.	6
2.4 Factores que producen la inactividad de las semillas.	6
2.5 Germinación.....	7
2.6 Proceso de germinación	7
2.7 Tipos de germinación.....	8
2.7.1 Epigea.....	8
2.7.2 Hipogea	9
2.8 Métodos para germinación.....	9
2.9 Radícula.....	9
2.10 Los Bioestimulantes	10
2.11 Funciones de los bioestimulantes	11
2.12 Peróxido de hidrógeno	11
2.13 Citrulina.....	12
2.14 Arginina.....	12
III MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Ubicación del experimento.....	13

3.2 Características climáticas de la Comarca Lagunera	14
3.3 Material genético.....	14
3.4 Tratamientos	15
3.5 Descripción del experimento.....	15
3.6 Variables evaluadas.....	16
3.7 Análisis estadístico.....	16
IV RESULTADO	17
4.1 Diámetro de tallo	18
4.2 Longitud de hoja 1.....	19
4.3 Longitud de hoja 2.....	21
4.4 Peso fresco tallo.....	23
4.5 Peso fresco de la hoja.....	25
4.6 Peso fresco raíz	27
4.7 Peso seco tallo.....	29
4.8 Peso seco hoja.....	31
4.9 Peso seco raíz	33
V DISCUSION	36
VI CONCLUSION	37
VII LITERATURA CITADA.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Muestra de los 6 tratamientos con diferentes dosis utilizadas en las 2 variedades de melón.....	15
Cuadro 4.2. Análisis de varianza para diámetro de tallo (DT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	18
Cuadro 4.3. Análisis de varianza para diámetro de tallo (DT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	19
Cuadro 4.4. Análisis de varianza para longitud de hoja 1 (LT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	19
Cuadro 4.5. Análisis de varianza para longitud de hoja 1 (LT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	21
Cuadro 4.6. Análisis de varianza para longitud de hoja 2 (LT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	21
Cuadro 4.7. Análisis de varianza para longitud de hoja 2 (LT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	22
Cuadro 4.8. Análisis de varianza para peso fresco del tallo (PFT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	23
Cuadro 4.9. Análisis de varianza para peso fresco del tallo (PFT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	24
Cuadro 4.10. Análisis de varianza para peso fresco del hoja (PFH), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	25

Cuadro 4.11. Análisis de varianza para peso fresco del hoja (PFH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	26
Cuadro 4.12. Análisis de varianza para peso fresco raíz (PFR), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	27
Cuadro 4.13. Análisis de varianza para peso fresco raíz (PFR), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	28
Cuadro 4.14. Análisis de varianza para peso seco tallo (PST), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	29
Cuadro 4.15. Análisis de varianza para peso seco tallo (PST), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg)	30
Cuadro 4.16. Análisis de varianza para peso seco hoja (PSH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg)	31
Cuadro 4.17. Análisis de varianza para peso seco hoja (PSH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	32
Cuadro 4.18. Análisis de varianza para peso seco raíz (PSR), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).	33
Cuadro 4.19. Análisis de varianza para peso raíz (PSR), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Evolución del comercio externo mensuales	5
Figura 4.2. Diámetro de tallo (DT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	18
Figura 4.3. Diámetro de tallo (DT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	19
Figura 4.4. Longitud de hoja 1 (LT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	20
Figura 4.5. Longitud de hoja 1 (LT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	21
Figura 4.6. Longitud de hoja 2 (LT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	22
Figura 4.7. Longitud de hoja 2 (LT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	23
Figura 4.8. Peso fresco del tallo (PFT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	24
Figura 4.9. Peso fresco del tallo (PFT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	25
Figura 4.11. Peso fresco del hoja (PFH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	27
Figura 4.12. Peso fresco del raíz (PFR), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	28
Figura 4.13. Peso fresco del raíz (PFR), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	29
Figura 4.14. Peso seco tallo (PST), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	30

Figura 4.16. Peso seco hoja (PSH), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	32
Figura 4.17. Peso seco hoja (PSH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	33
Figura 4.18. Peso seco raíz (PSR), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	34
Figura 4.19. Peso seco raíz (PSR), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).	35

I INTRODUCCIÓN

El melón, también conocido como *Cucumis melo* L., pertenece a la familia Cucurbitaceae que incluye varias especies de frutas, como la sandía (*Citrullus lanatus* L.); calabaza (*Cucurbita máxima* L.); pepino (*Cucumis sativus* L.); y melón (*C. melo* L.). El melón es una de las frutas más cultivadas y consumidas en todo el mundo es la planta principal de esta familia en particular y crece bien en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, como Europa, Asia y África, con preferencia por el clima cálido, *C. melo* L. está compuesto por varios grupos de frutas, que incluyen melones de pulpa anaranjada, melones de pulpa verde y melones mixtos (Ogn *et al.*, 2019).

El mayor productor de melón en el mundo durante el 2013 fue China, con 14,400 millones de toneladas, seguido por Turquía e Irán con 1,699 y 1,501 millones de toneladas respectivamente (Reyes *et al.*, 2017). Según la base de datos FAOSTAT en el año 2018, se produjeron 29,39 millones de toneladas de melones en todo el mundo, India ocupa el quinto lugar con una producción de 1,03 millones de toneladas (Ansari *et al.*, 2019). México se ubica en el octavo lugar mundial con una participación del 2.2% (Espinoza *et al.*, 2011).

Las semillas son la especie principal de interés agrícola, son un mecanismo de reproducción, constituidas por un embrión y por compuestos de reserva (glúcidos, proteínas, lípidos), rodeadas por las cubiertas seminales. Varían, entre especies, principalmente en relación al tipo y proporción de los compuestos de reserva y a las características de las cubiertas seminales (Pita *et al.*, 1998). La

capacidad de germinación y el vigor son los atributos principales involucrados en la calidad fisiológica de la semilla. La germinación es el fenómeno por el cual el embrión pasa del estado de vida latente en que se encuentra en la semilla a un estado de vida activa (Ruiz, 1983).

El uso de bioestimulantes se incrementa gradualmente en la agricultura, al punto que su aplicación se ha hecho frecuente y casi imprescindible en muchos huertos, frutales, así como en el cultivo de hortalizas y otros (Vega *et al.*, 2013). Estas sustancias promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar el metabolismo, otorgan resistencia y/o tolerancia ante condiciones adversas de estrés abiótico. Los bioestimulantes contienen sustancias bioactivas, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las plantas o la rizosfera, induce desarrollo apropiado del cultivo, vigor, rendimiento y la calidad mediante la estimulación de los procesos fisiológicos que benefician el crecimiento y desarrollo de las plantas (Batista *et al.*, 2019).

El tratamiento de semillas con bioestimuladores también ha sido empleado para promover y acelerar la germinación de semillas, logrando mejorar la germinación de semillas a través de la producción y liberación de algunas sustancias reguladoras del crecimiento vegetal. Para esto, la aplicación de diferentes tratamientos pregerminativos a las semillas para evaluar su efecto sobre la tasa de germinación y el porcentaje final de semillas germinadas (Godínez *et al.*, 2000).

1.1 Objetivo:

Evaluar la respuesta de tres compuestos bioestimulantes en calidad de la plántula de melón.

1.2 Hipótesis:

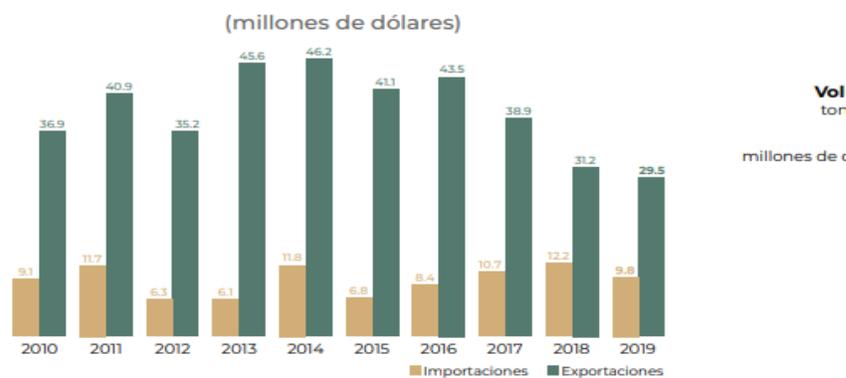
Al menos un tratamiento de los compuestos orgánicos estimula la germinación y calidad de la plántula de melón.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia económica

El melón es un producto de gran importancia comercial, ya que su valor de producción bruta mundial supera los 19,700 millones de dólares (Espinoza *et al.*, 2019), en México debido a la magnitud de la superficie sembrada, en el año de 2019 México tuvo una producción de 627,135 ton, ocupando el onceavo lugar a nivel mundial como productor de melón (*C. melo* L.), el comercio de melón mexicano depende en gran medida del mercado estadounidense ya que es el principal comprador, Estados Unidos adquiere del exterior 652 mil toneladas de melón por año, México es el tercer proveedor de la referida nación, compite con Guatemala y Honduras. (Siap, 2020).

Los estados productores para el año 2016 fueron: Coahuila, Sonora, Michoacán, Guerrero y Durango, su producción representa el 81.6 % de la producción nacional (Santiago *et al.*, 2018). El melón es una de las hortalizas más cosechadas y que más mano de obra ocupa durante el ciclo agrícola de primavera-verano en la Comarca Lagunera, es por consiguiente el cultivo de mayor importancia social y económica en esta área agrícola (Reyes *et al.*, 2009). La Comarca Lagunera, destaca como la región melonera más importante del país con una superficie sembrada de 5,300 ha y producción promedio de 115,000 T (Vargas *et al.*, 2015).



Distribución mensual del comercio exterior (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Importaciones	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.9	15.8	37.8	34.0	8.2	0.2	0.0
Exportaciones	4.4	3.9	7.2	8.2	29.5	9.2	2.3	0.1	0.2	9.8	18.4	6.8

Figura 2.1. Evolución del comercio externo mensuales

2.2 Semillas

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta genera una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica. La semilla es una unidad reproductiva compleja, característica de las plantas vasculares superiores, que se forma a partir del óvulo vegetal, generalmente después de la fertilización (Dorian, 2010).

En términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. Desde el punto de vista botánico, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutricional y protegido por el epispermo (Moreno, 1996).

Según Hartmann y Kester (1995), mencionaron que la semilla es un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo ser.

2.3 Inactividad de semillas.

Una semilla latente no tiene la virtud de germinar en una etapa de tiempo especificado bajo alguna combinación de factores ambientales físicos normales que de otro modo son favorables para su germinación, es decir, después de que la semilla se vuelva no dormante. Una semilla completamente no dormante tiene la posibilidad de germinar sobre la gama más amplia de factores ambientales físicos. (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006).

La latencia de una semilla se refiere al estado en el cual una semilla viable no germina, a pesar de colocarse en condiciones favorables de humedad, temperatura, luz y concentración de oxígeno necesarias para su germinación (Pérez *et al.*, 2015).

Según Varela *et al.*, (2011), menciona que latencia o letargo es definido como la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para la germinación.

2.4 Factores que producen la inactividad de las semillas.

Una amplia gama de factores altera la latencia de las semillas, por ejemplo, temperatura, luz, sales de nitrato o señales químicas de origen natural y lixiviado de la basura que cubre las semillas en su hábitat.

2.5 Germinación

La germinación es el reinicio del crecimiento del embrión, paralizado durante las etapas finales de la maduración, desarrollando aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que duplican las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta (Camacho, 1994).

Según Morales *et al.*, (2017), la germinación es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y desarrollan, a partir del embrión, las estructuras esenciales para la formación de una planta normal. Este proceso inicia con una variedad de actividades anabólicas y catabólicas, como la respiración, la síntesis de proteínas y la movilización de las reservas después de la absorción de agua (Desai, 2004). El vigor de las semillas es su potencial biológico para el establecimiento rápido y uniforme en condiciones, incluso desfavorables, de las plantas en el campo (González *et al.*, 2008).

Los factores externos, como la temperatura, agua, oxígeno y luz, influyen directamente en la germinación de las semillas. La emergencia de una plántula depende entonces de las características fisiológicas y bioquímicas de las semillas, de su reacción a las condiciones externas a ella, y de la eficiencia al usar sus reservas durante la germinación (Peña *et al.*, 2013).

2.6 Proceso de germinación

La germinación es un proceso muy complejo que comienza con la absorción de agua e involucra eventos asociados con la transición de una semilla seca inactiva a un estado metabólicamente activo.

Según De la Cuadra, (1993), el proceso de germinación tiene varias etapas que son las siguientes:

Imbibición: es el período durante el cual la semilla absorbe (embebe) agua y se hincha. El agua que rodea a la semilla pasa a través de las envueltas seminales, penetra en su interior y al llegar al embrión, en cantidad suficiente, éste se activa y comienzan los procesos que terminarán en el desarrollo de la planta.

Digestión y transporte de alimentos: lo primero que necesita el embrión para comenzar a desarrollarse es alimento. Por ello libera enzimas digestivas que disuelven parte del alimento que es absorbido desde el tejido almacenador hasta el embrión. Gracias a esta alimentación el embrión puede respirar más rápidamente y crecer.

Elongación celular: las células embrionarias son pequeñas antes de la germinación y el primer crecimiento del embrión se debe a que sus células aumentan su tamaño y no a que se multipliquen. El embrión utiliza las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono, digeridos y absorbidos desde el tejido de almacén de alimentos, para respirar y para alargar sus células

2.7 Tipos de germinación

Según Dorian (2010), menciona que existe dos tipos de germinación: epigea e hipogea;

2.7.1 Epigea

Los cotiledones emergen del suelo debido a un considerable crecimiento del hipocótilo. Posteriormente, en los cotiledones se diferencian los cloroplastos,

transformándolos en órganos fotosintéticos y actuando como si fueran hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas).

2.7.2 Hipogea

Los cotiledones permanecen enterrados, únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocótilo es muy corto, prácticamente nulo. A continuación, el epicótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula.

2.8 Métodos para germinación

Para la germinación de las semillas se han desarrollado y combinado métodos físicos, mecánicos, químicos y biológicos para romper la latencia e inducir una efectividad mayor en la germinación (Prado *et al.*, 2015). Algunas específicas como son la escarificación y remoción de las cubiertas florales, la eliminación de inhibidores químicos, así como el uso de estimulantes químicos y de aplicaciones alternas de temperatura y luz, son los métodos que se utilizan con más frecuencia para romper el estado de dormancia e incrementar la germinación (Gonzales *et al.*, 2008).

2.9 Radícula

Las raíces constituyen la parte subterránea del esporofito y están implicadas principalmente en la fijación y la absorción. Otras dos funciones asociadas a ellas son el almacenamiento y la conducción. La primera raíz de la planta se origina en el embrión y usualmente recibe el nombre de raíz primaria, la segunda es llamada raíces laterales que son viejas se localizan cerca del cuello de la raíz (el punto de

encuentro entre la raíz y el tallo), mientras que las más jóvenes se encuentran en el extremo de la raíz. Este tipo de sistema radical que se desarrolla a partir de una raíz principal y sus ramificaciones, recibe el nombre de sistema de raíz axonomorfa.

En las monocotiledóneas la raíz primaria tiene por lo general una vida corta y el sistema radical se desarrolla a partir de raíces adventicias y sus raíces laterales dan lugar a un sistema de raíz fasciculada o fibrosa en el que ninguna raíz es mayor que la otra (Raven *et al.*, 1992).

2.10 Los Bioestimulantes

Actualmente en la agricultura se están utilizando cada vez más los bioestimulantes, debido a la intensidad del uso indiscriminado de agroquímicos. Estas sustancias promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar el metabolismo, confieren resistencia y/o tolerancia ante condiciones adversas de estrés abiótico (Batista *et al.*, 2019).

El bioestimulante es un activador de las enzimas responsables de que se cumplan las rutas metabólicas para el buen funcionamiento del vegetal, los componentes básicos de los bioestimulantes son los aminoácidos los cuales a su vez son unidades fundamentales de las proteínas, las funciones principales de un bioestimulante son las de promover los procesos vitales de la planta, ayudar a la misma a soportar más fácilmente las épocas críticas, permitiendo así obtener cosechas de mayor cantidad y calidad mediante la aplicación de pequeñas dosis a la planta o a la semilla (Casillas *et al.*, 1986).

2.11 Funciones de los bioestimulantes

Las funciones que presentan los bioestimulantes en las plantas son las siguientes: mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas cuando se aplica en pequeñas cantidades; ayudar a mejorar la eficiencia de nutrientes vegetales, medidos por cualquiera de los nutrientes mejorando la absorción o reducción de pérdidas de nutrientes para el medio ambiente; o actuar como enmiendas del suelo para ayudar a mejorar la estructura, función o rendimiento del suelo y así mejorar la respuesta de la planta (Calvo *et al.*, 2014).

2.12 Peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es una molécula reactiva que desempeña un papel doble en los procesos fisiológicos y de desarrollo de las plantas y en la resistencia al estrés. La relación mutua entre las funciones positivas y negativas que realiza el H_2O_2 en los sistemas biológicos depende de la concentración de H_2O_2 , de las condiciones fisiológicas. El papel beneficioso del H_2O_2 es como un eje central que integra la red de señalización en respuesta al estrés biótico y abiótico y durante los procesos de desarrollo está ahora bien establecido (Wojtyla *et al.*, 2016).

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es considerado una molécula señal y un regulador de la expresión de algunos genes en las células. Cuando se acumula en las plantas, activa factores de transcripción que regulan diferentes procesos fisiológicos, inhibe el crecimiento y desarrollo vegetal, y estimula los mecanismos de defensa a estrés biótico y abiótico (Sánchez *et al.*, 2010).

2.13 Citrulina

La citrulina se considera un aminoácido no esencial no proteico, sintetizado en la mucosa intestinal en animales a partir de la glutamina y aminoácidos derivados (Blasco *et al.*, 2011).

La citrulina es un aminoácido no proteico intermedio en la vía de la arginina. En las plantas, se sintetiza a partir de ornitina y carbamoil fosfato. La citrulina es un potente eliminador de radicales hidroxilo y protege las enzimas celulares del daño oxidativo (Akashi *et al.*, 2001). Los frutos de la sandía y otros miembros de la familia de las *Cucurbitáceas* acumulan grandes cantidades de citrulina libre (Davis *et al.*, 2011).

La citrulina también se utilizan como moléculas transportadoras de nitrógeno, al igual se ha sugerido que la citrulina desempeña un papel en la facilitación de la asimilación de nitrógeno, el almacenamiento de nitrógeno endógeno y el transporte en plantas superiores (Song *et al.*, 2020).

2.14 Arginina

La arginina se encuentra ampliamente tanto en forma libre como en proteínas de las plantas superiores pero hay poca información sobre su metabolismo en plantas. La arginina es una forma importante de almacenamiento y transporte de nitrógeno orgánico en las plantas, además de su función como aminoácido para la síntesis de proteínas, un precursor de las poliaminas y el óxido nítrico (NO) y un metabolito esencial para muchos procesos celulares y de desarrollo. En las proteínas de semillas de diferentes especies de plantas, el 40-50% de la reserva total de nitrógeno está representada por arginina (Winter *et al.*, 2015).

La arginina es a menudo una forma importante de almacenamiento de nitrógeno también en órganos de almacenamiento subterráneo y raíces de árboles y otras plantas (Rennenber *et al.*, 2010). Por lo tanto, el metabolismo de la arginina juega un papel clave en la distribución y el reciclaje de nitrógeno en las plantas (Slocum, 2005).

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del experimento

La Comarca Lagunera se localiza en la parte norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 102°03'09" y 104°46'12" de longitud oeste y, los paralelos 24°22'21" y 26°52'54" latitud norte. Su altura media es de 1139 msnm (Miranda, 2008).

El experimento fue realizado en las instalaciones de la UAAAN U-L, el cual se encuentra ubicado sobre el periférico Raúl López Sánchez, Valle Verde, 27054 Torreón, Coahuila. Donde fue llevado a cabo sobre el área de los invernaderos que corresponden al departamento de horticultura.

3.2 Características climáticas de la Comarca Lagunera

El clima de la Comarca Lagunera, según la clasificación de Köppen, modificada por García 1981, es un BWhw que se caracteriza como seco desértico a estepario cálido, con lluvias en verano e invierno frío y seco, y precipitación total anual de 258 mm y temperatura media anual de 21 °C. La evaporación total anual es de 2000 mm; el lapso comprendido entre mayo y agosto es el más caluroso del año, mientras que los meses de diciembre y enero son los más fríos (López *et al.*, 2006).

3.3 Material genético

El material genético utilizado fueron semillas de melón (*Cucumis melo*), las variedades (Ovation e Imperial), Ovation es un melón híbrido, con características de rendimiento, calidad y potencial productivo. Ovation de alto vigor, de excelente cobertura foliar y número de frutos por planta. La variedad de melón Imperial se convierte en enredaderas resistentes que producen melones grandes con un clásico color dorado claro. Los cuales fueron adquiridos en la sociedad cooperativa agropecuaria de la comarca lagunera.

3.4 Tratamientos

Se utilizaron tres compuestos orgánicos que sirvió como bioestimulante para favorecer el desarrollo de la germinación y la calidad de plántula. Estos compuestos orgánicos se evaluaron a diferentes concentraciones (1 mL y 2 mL), más el testigo, para obtener 6 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento. Lo cual resulto un total 18 unidades experimentales por variedad.

3.5 Descripción del experimento

Se realizó en esta investigación es el llenado de las charolas de 200 cavidades con Peet Moss (Sunshine) mezclado con arena, posteriormente se hizo la siembra de las semillas de melón de las variedades Ovation e Imperial 45 en cada uno de los orificios de las charolas a una profundidad de 1 cm, luego de la siembra se empezó aplicar los compuestos orgánicos para estimular la germinación y la calidad de las plántulas. En medio litro de agua se agregó 5 ml de peróxido de hidrogeno, 5 gr de citrulina, 5 gr arginina hasta obtener los siguientes;

Cuadro 3.1. Muestra de los 6 tratamientos con diferentes dosis utilizadas en las 2 variedades de melón.

Tratamientos	Soluciones	Dosis
T1	h2o2	1 ml
T2	h2o2	2 ml
T3	cit	1 ml
T4	cit	2 ml
T5	arg	1 ml
T6	arg	2 ml
T7	t	

El diseño utilizado completamente al azar, se dividió en 7 bloques, teniendo que 6 bloques estaban de 10 plantas, el resto fue el testigo, cada aplicación tuvo un seguimiento de cada dos días hasta observar que las plantas contaran con las hojas verdaderas, después de

eso se determinó el compuesto y el tratamiento con mayor efectividad en la calidad de las plántulas.

3.6 Variables evaluadas

La germinación se determinó mediante una observación morfológica y se midieron las siguientes variables:

1. Diámetro de tallos (DT),
2. Longitud de hojas (LH),
3. Peso fresco de tallo (PFT),
4. Peso fresco de hoja (PFH),
5. Peso fresco de raíz (PFR),
6. Peso seco de tallo (PST),
7. Peso seco de hoja (PSH),
8. Peso seco de raíz (PSR)

Tomando 10 plantas de cada tratamiento, para la medición del diámetro de tallo (DT), se utilizó un vernier Truper CALDI- 6MP. Las variables de peso fresco de tallo (PFT), peso fresco de hoja (PFH), peso fresco de raíz (PFR) se utilizó una balanza analítica (Sartorius, BP221S). Así mismo para peso seco de tallo (PST), peso seco de hoja (PSH), peso seco de raíz (PSR), se dejó que se secase en forma ambiente durante 48 horas.

3.7 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones, que fueron sometidos a un análisis de varianza y una prueba de comparación de

medidas de Tukey con $p \leq 0.05$. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico minitab v. 17SAS.

IV RESULTADO

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$) para las variables, como es diámetro de tallo (DT), longitud de hoja 1 (LT), longitud de hoja 2 (LT), peso fresco del tallo (PFT), peso fresco de hoja (PFH), peso seco hoja (PSH), peso seco raíz (PSR). Indicando que

los tratamientos de arginina con la dosis 2 (arg2) y citrulina (cit2) fueron los que presentaron mayores valores respectivamente en las variables mencionadas.

4.1 Diámetro de tallo

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.2**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos arg 2 supero al testigo (T) en un 9%, a arg 1 en un 7% (**Figura 4.2**).

Cuadro 4.2. Análisis de varianza para diámetro de tallo (DT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.4454	0.07423	1.43	0.217
Error	63	3.2670	0.05186		
Total	69	3.7124			

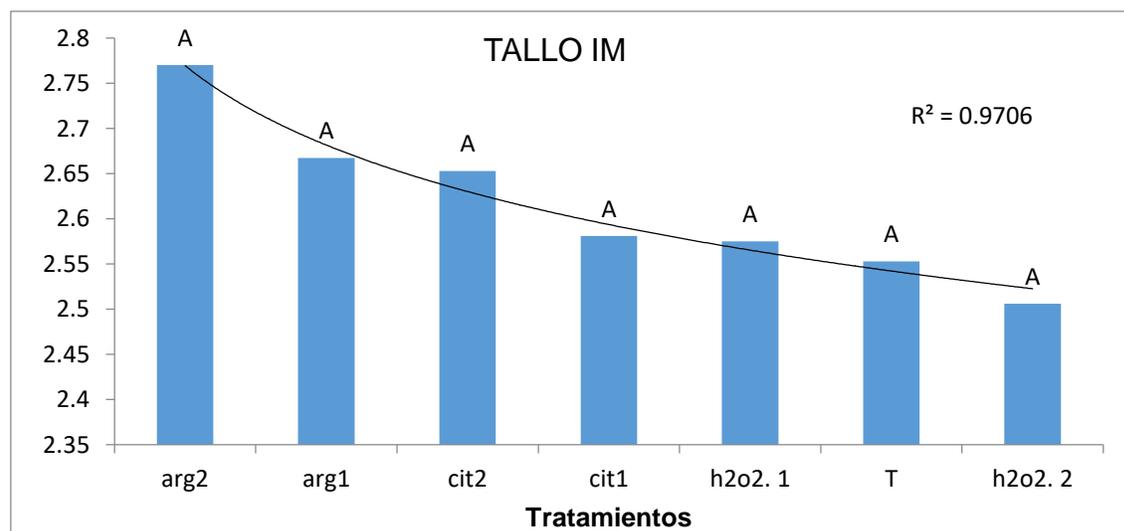


Figura 4.2. Diámetro de tallo (DT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.3**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos arg 2 supero al testigo (T) en un 9%, a cit 2 en un 4% (**Figura 4.3**).

Cuadro 4.3. Análisis de varianza para diámetro de tallo (DT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.9187	0.15312	2.92	0.014
Error	63	3.3005	0.05239		
Total	69	4.2192			

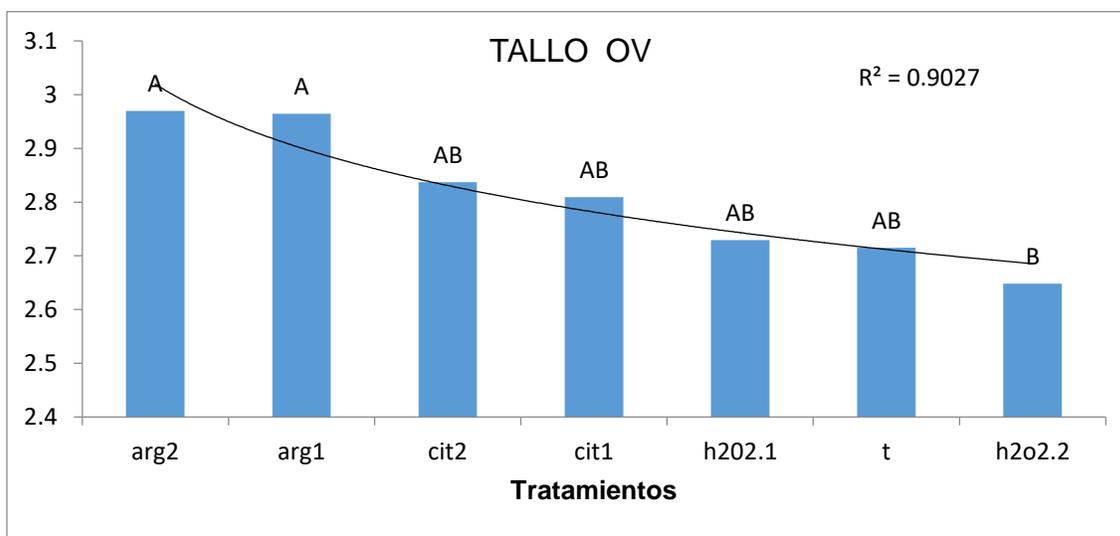


Figura 4.3. Diámetro de tallo (DT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

4.2 Longitud de hoja 1

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.4**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos cit 2 supero al testigo (T) en un 1%, a h2o2 1 en un 6% (**Figura 4.4**).

Cuadro 4.4. Análisis de varianza para longitud de hoja 1 (LT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	1.409	0.2348	2.14	0.061
Error	63	6.906	0.1096		
Total	69	8.315			

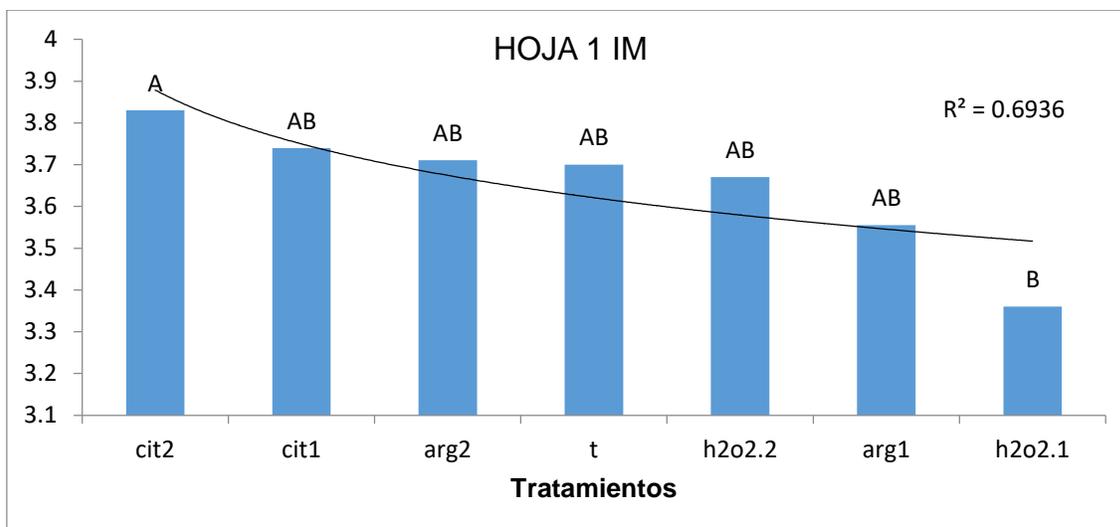


Figura 4.4. Longitud de hoja 1 (LT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.5**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos cit 1 supero al testigo (T) en un 16%, a cit 2 en un 13% (**Figura 4.5**).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	2.619	0.4365	2.30	0.045
Error	63	11.934	0.1894		
Total	69	14.553			

Cuadro 4.5. Análisis de varianza para longitud de hoja 1 (LT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).

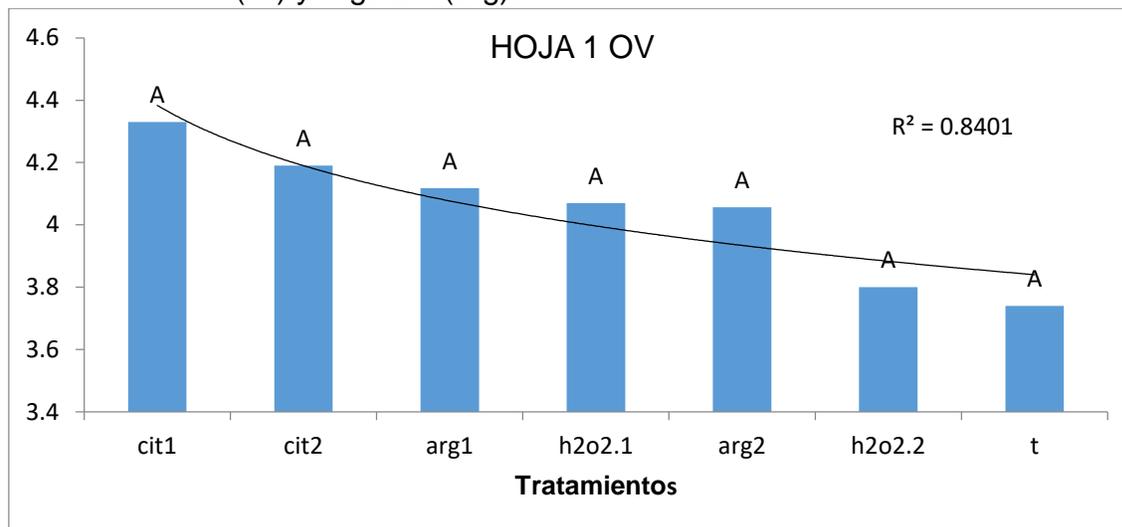


Figura 4.5. Longitud de hoja 1 (LT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).

4.3 Longitud de hoja 2

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.6**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que el tratamiento arg 2 fue superado por el testigo (T) en un 3.9% (**Figura 4.6**).

Cuadro 4.6. Análisis de varianza para longitud de hoja 2 (LT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	7.193	1.1989	3.56	0.004
Error	63	21.204	0.3366		
Total	69	28.398			

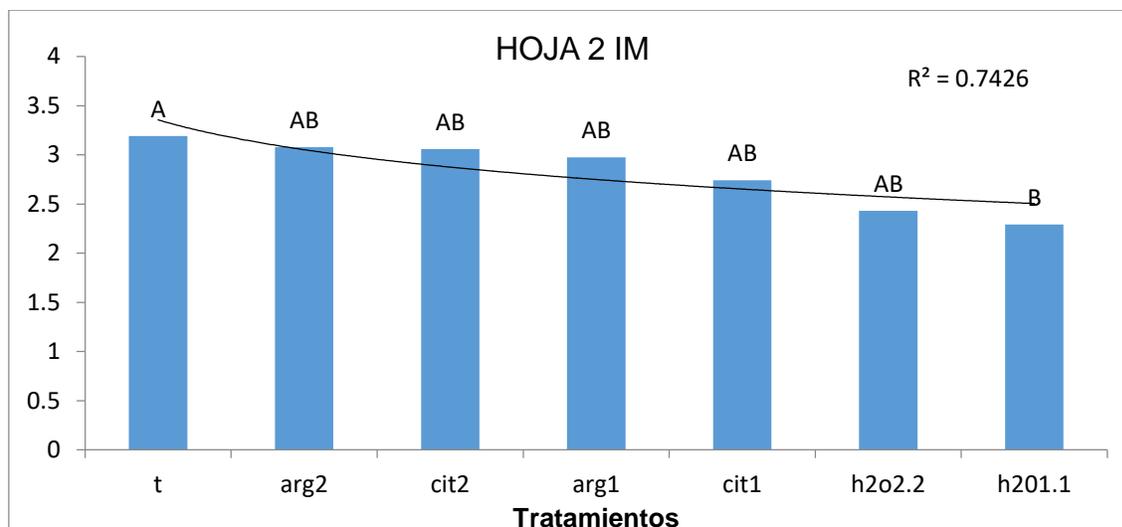


Figura 4.6. Longitud de hoja 2 (LT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.7**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos cit 2 supero al testigo (T) en un 47%, a arg 2 en un 28% (**Figura 4.7**).

Cuadro 4.7. Análisis de varianza para longitud de hoja 2 (LT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	8.656	1.4427	3.64	0.004
Error	63	24.942	0.3959		
Total	69	33.598			

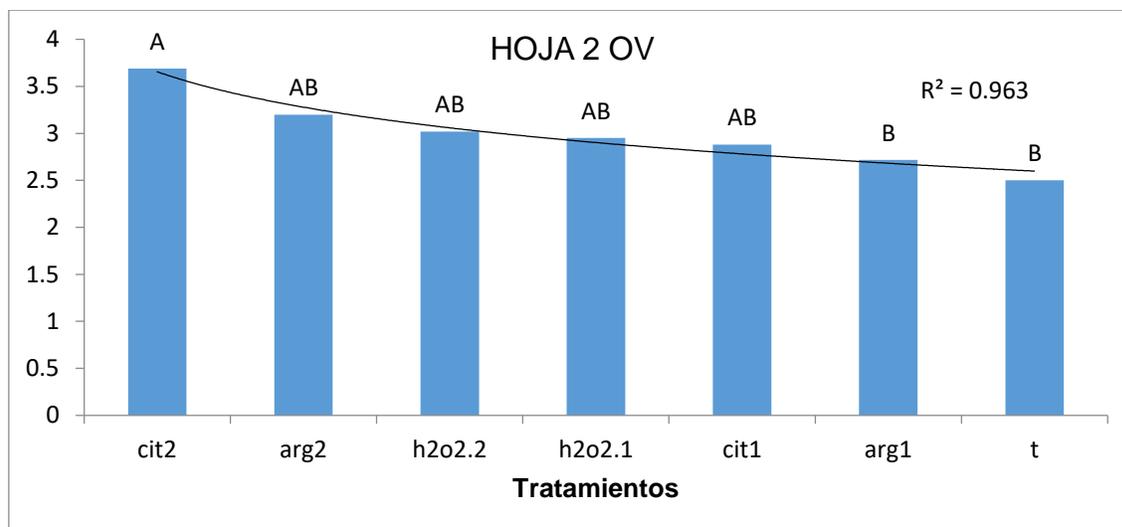


Figura 4.7. Longitud de hoja 2 (LT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

4.4 Peso fresco tallo

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.8**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos arg 1 supero al testigo (T) en un 19%, a arg 2 en un 16% (**Figura 4.8**).

Cuadro 4.8. Análisis de varianza para peso fresco del tallo (PFT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.3968	0.06614	5.81	0.000
Error	63	0.7167	0.01138		
Total	69	1.1135			

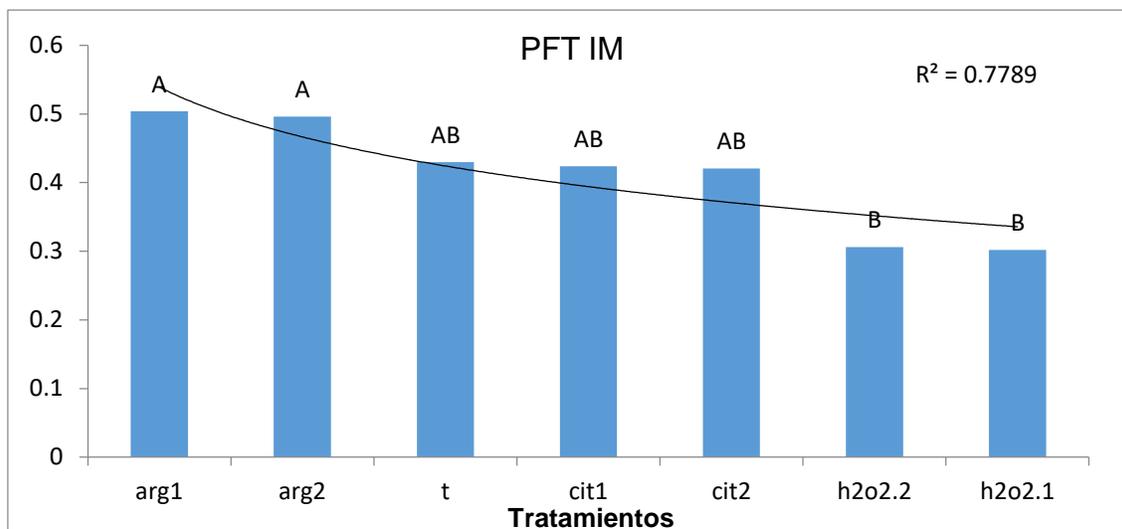


Figura 4.8. Peso fresco del tallo (PFT), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.9**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos cit 2 supero al testigo (T) en un 19%, a arg 1 en un 13% (**Figura 4.9**).

Cuadro 4.9. Análisis de varianza para peso fresco del tallo (PFT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.2084	0.03474	2.85	0.016
Error	63	0.7690	0.01221		
Total	69	0.9774			

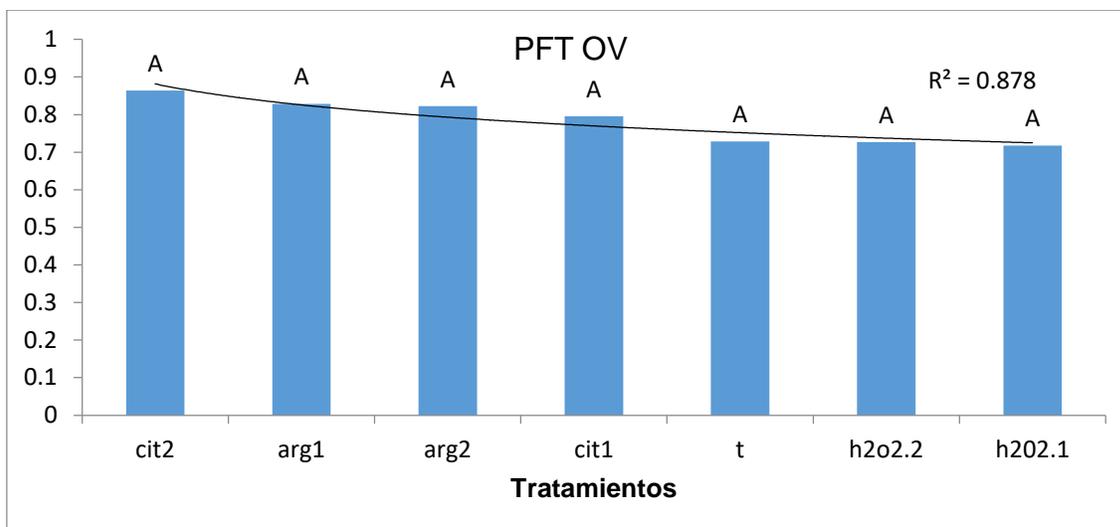


Figura 4.9. Peso fresco del tallo (PFT), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

4.5 Peso fresco de la hoja

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.10**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos arg 2 supero al testigo (T) en un 8%, a arg 1 en un 1% (**Figura 4.10**).

Cuadro 4.10. Análisis de varianza para peso fresco del hoja (PFH), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.8355	0.13925	13.46	0.000
Error	63	0.6518	0.01035		
Total	69	1.4873			

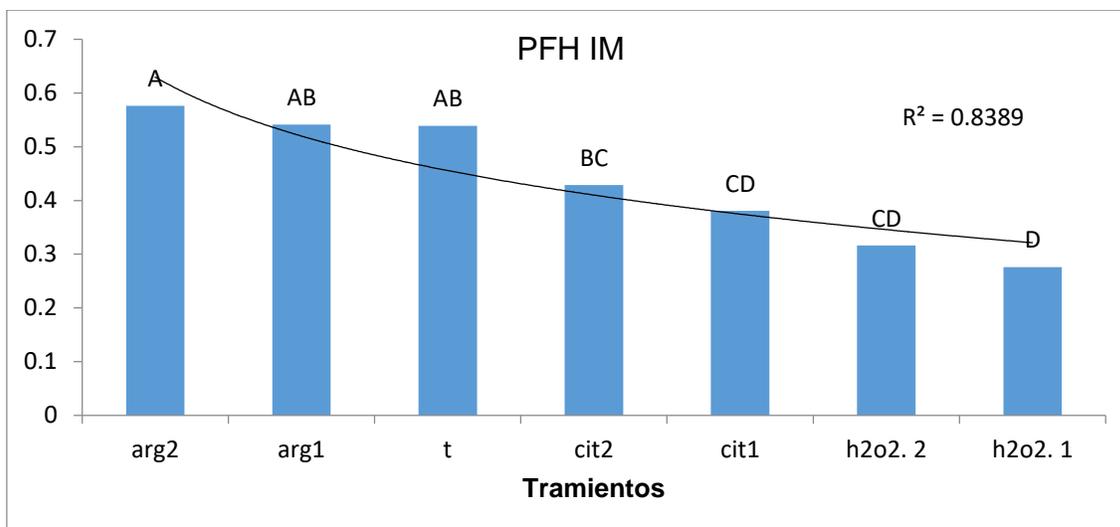


Figura 4.10. Peso fresco del hoja (PFH), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.11**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos cit 2 supero al testigo (T) en un 19%, a arg 2 en un 8% (**Figura 4.11**).

Cuadro 4.11. Análisis de varianza para peso fresco del hoja (PFH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.1322	0.02203	2.00	0.080
Error	63	0.6954	0.01104		
Total	69	0.8276			

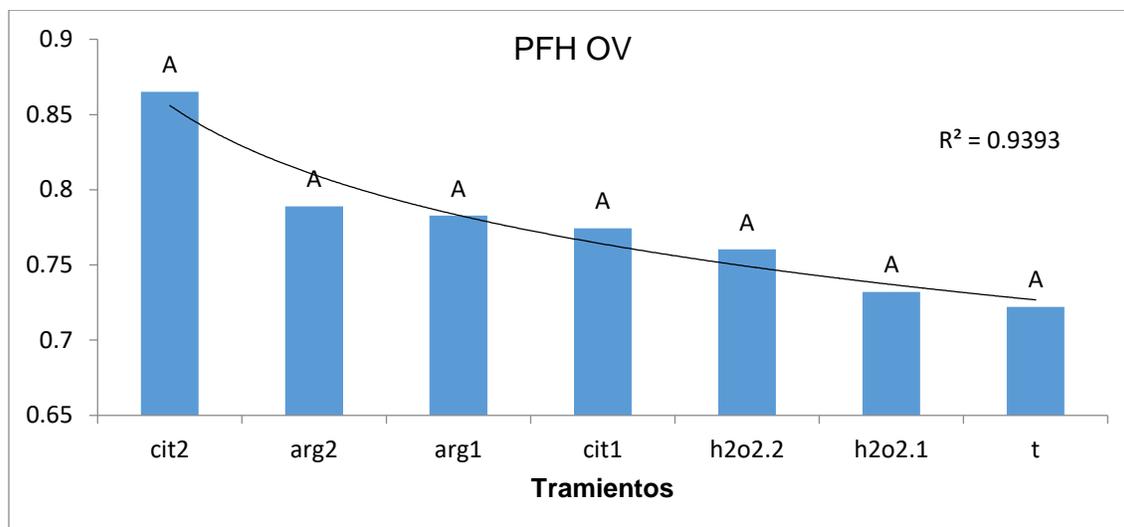


Figura 4.11. Peso fresco del hoja (PFH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

4.6 Peso fresco raíz

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.12**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos arg 2 supero al testigo (T) en un 11.5% (**Figura 4.12**).

Cuadro 4.12. Análisis de varianza para peso fresco raíz (PFR), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	2.189	0.36482	21.48	0.000
Error	63	1.070	0.01698		
Total	69	3.259			

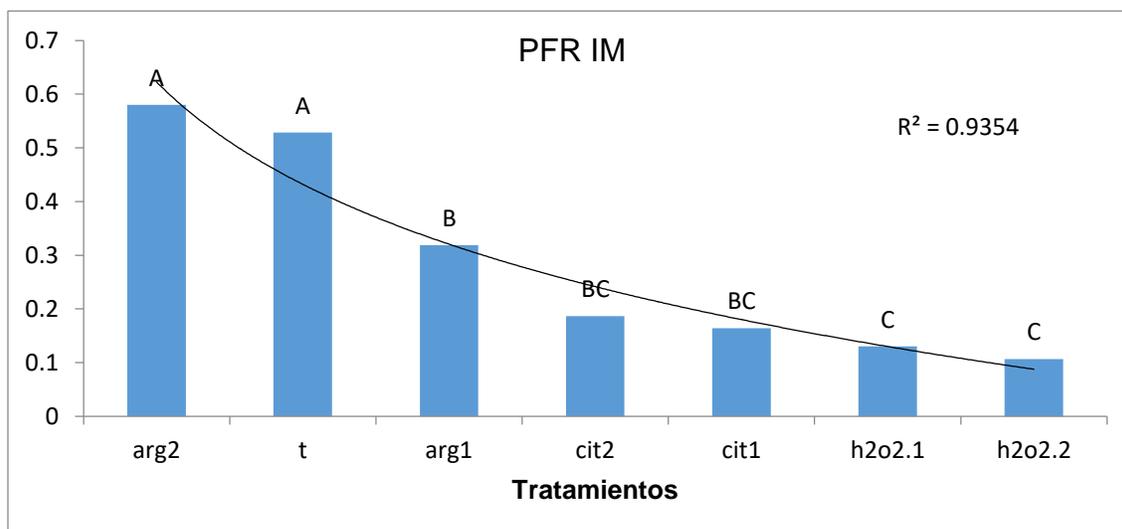


Figura 4.12. Peso fresco del raíz (PFR), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.13**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos arg 2 supero al testigo (T) en un 45%, a cit 1 en un 22% (**Figura 4.13**).

Cuadro 4.13. Análisis de varianza para peso fresco raiz (PFR), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	1.582	0.26374	10.48	0.000
Error	63	1.533	0.02434		
Total	69	3.116			

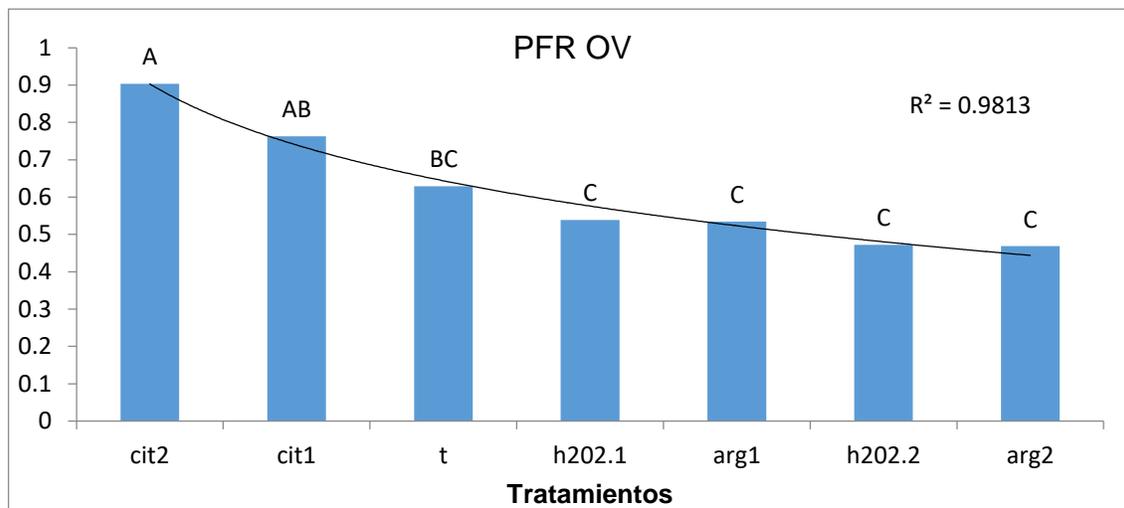


Figura 4.13. Peso fresco del raíz (PFR), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

4.7 Peso seco tallo

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.14**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que el testigo (T) supero en 11% a arg 2 y también superando a arg 1 en un 46% (**Figura 4.14**).

Cuadro 4.14. Análisis de varianza para peso seco tallo (PST), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h202), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.1915	0.031917	15.64	0.000
Error	63	0.1286	0.002041		
Total	69	0.3201			

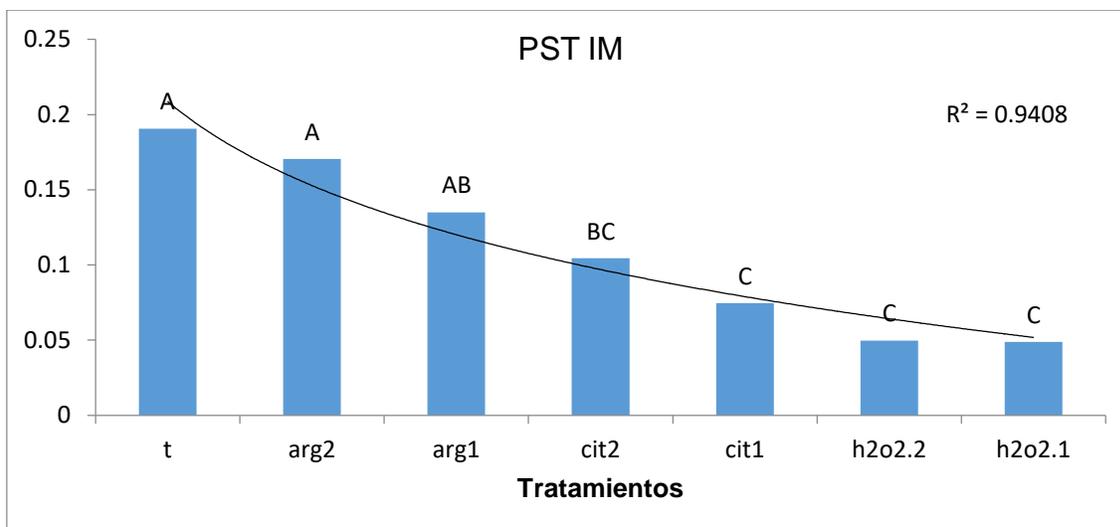


Figura 4.14. Peso seco tallo (PST), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.15**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos h2o2 2 supero al testigo (T) en un 264%, al igual que h2o2 1 en un 250% (**Figura 4.15**).

Cuadro 4.15. Análisis de varianza para peso seco tallo (PST), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	1.2445	0.20741	19.52	0.000
Error	63	0.6695	0.01063		
Total	69	1.9140			

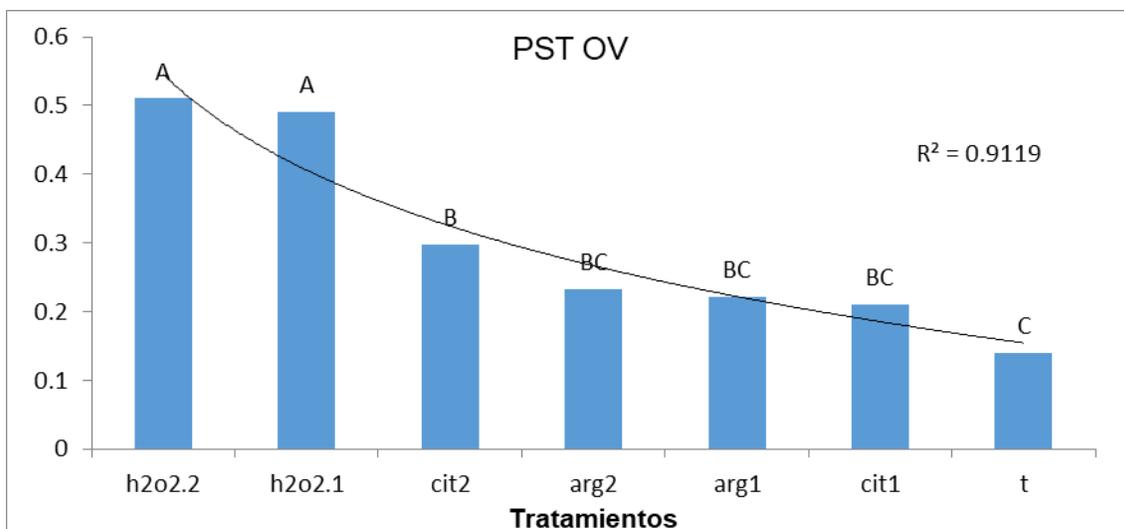


Figura 4.15. Peso seco tallo (PST), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).

4.8 Peso seco hoja

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.16**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos arg 2 supero al testigo (T) en un 15% (**Figura 4.16**).

Cuadro 4.16. Análisis de varianza para peso seco hoja (PSH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.07161	0.011934	1.41	0.226
Error	63	0.534559	0.008485		
Total	69	0.60619			

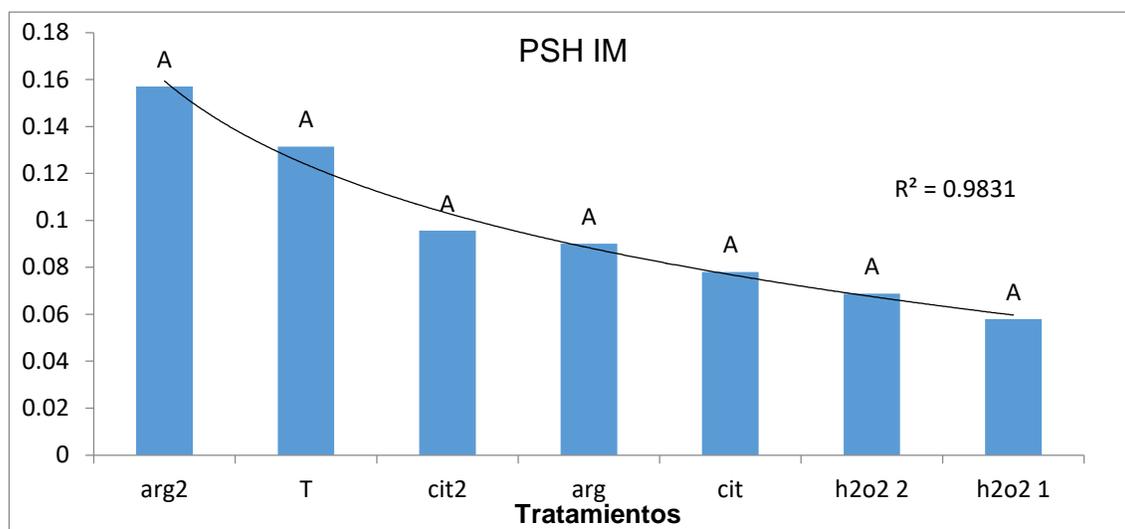


Figura 4.16. Peso seco hoja (PSH), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.17**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos h2o2 2 supero al testigo (T) en un 600%, al igual que h2o2 1 en un 528% (**Figura 4.17**).

Cuadro 4.17. Análisis de varianza para peso seco hoja (PSH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	2.1322	0.355368	47.32	0.000
Error	63	0.4731	0.007509		
Total	69	2.6053			

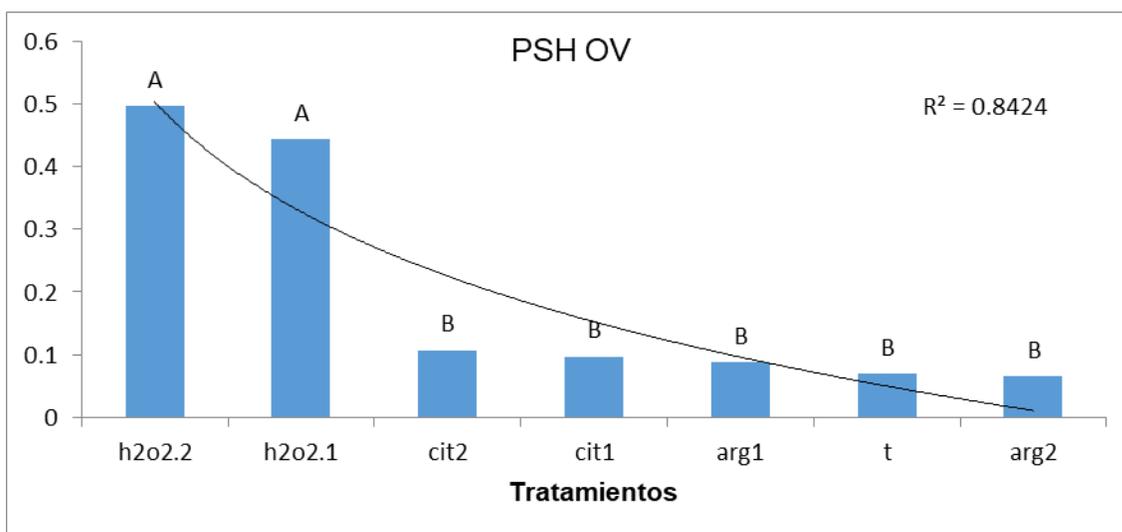


Figura 4.17. Peso seco hoja (PSH), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).

4.9 Peso seco raíz

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.18**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos arg 2 supero al testigo (T) en un 75%, a cit 1 en un 25% (**Figura 4.18**).

Cuadro 4.18. Análisis de varianza para peso seco raíz (PSR), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2O2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.03924	0.006540	2.37	0.040
Error	63	0.17394	0.002761		
Total	69	0.21318			

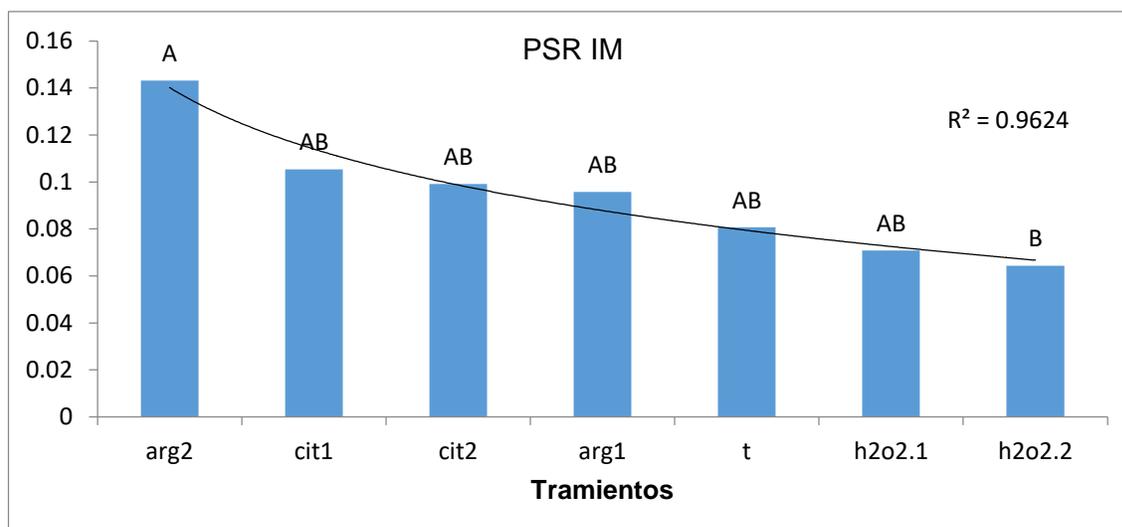


Figura 4.18. Peso seco raíz (PSR), de melón variedad imperial, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

En esta variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos (**Cuadro 4.19**). También, de manera gráfica, se puede apreciar que al adicionar los tratamientos h2o2 1 supero al testigo (T) en un 360%, al igual que h2o2 2 en el mismo porcentaje (**Figura 4.19**).

Cuadro 4.19. Análisis de varianza para peso raíz (PSR), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	6	0.5012	0.083533	14.64	0.000
Error	63	0.3594	0.005705		
Total	69	0.8606			

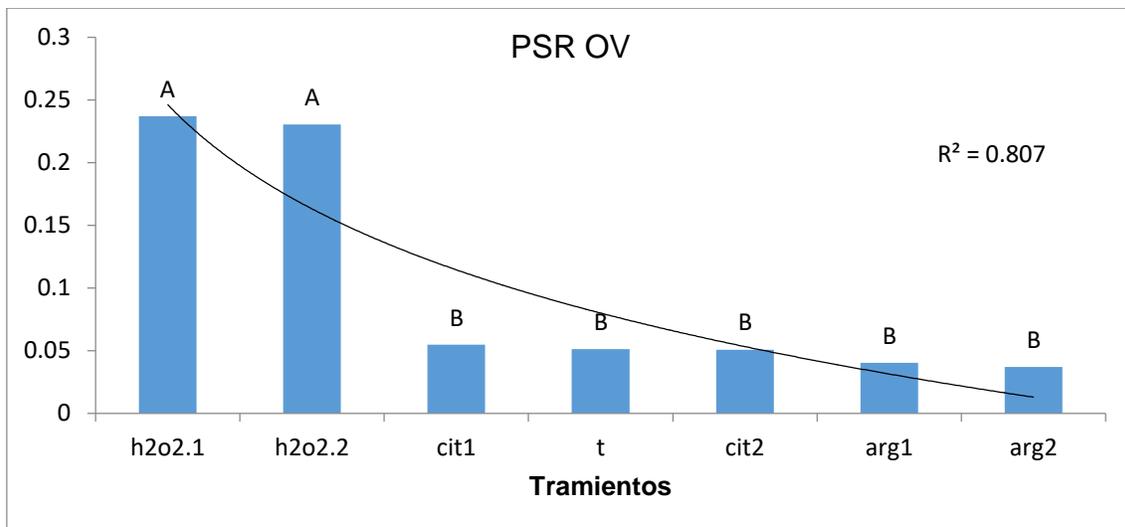


Figura 4.19. Peso seco raíz (PSR), de melón variedad ovation, con la aplicación de peróxido de hidrogeno (h2o2), citrulina (cit) y arginina (arg).

V DISCUSION

En la investigación realizada el tratamiento de arginina 2 mL (arg 2) tuvo efecto en las variables de diámetro de tallo, peso fresco hoja y raíz, peso seco hoja y raíz. De acuerdo a los siguientes autores, la efectividad de la arginina en los diferentes cultivos ha encontrado resultados positivos como Ramadan *et al.*, (2019) mencionan que el girasol mejoró con la aplicación de arginina en una cantidad 10 y 20 mL en su número de hojas mostró una disminución no significativa debido al estrés de salinidad que se expuso al cultivo; otros resultados concuerdan Nejadalmoradi *et al.*, (2014) quienes encontraron que el pre tratamiento de las plantas de girasol con arginina que aumenta la longitud del brote y la raíz de las plantas estresadas por salinidad; Ghoname *et al.*, (2010) en el cultivo de chile menciona que todos los tratamientos con arginina aumentaron la altura de las plantas; número de ramas y hojas también, así como como peso fresco y seco en relación con las plantas de control, los incrementos en peso fresco de planta osciló entre (25,75% - 87,71%), concluyen que la aplicación foliar de arginina (50 o 100 mg / l) tiene un efecto positivo sobre los parámetros de crecimiento.

En la variedad ovation el tratamiento de la citrulina (cit 2) tuvo mayor efecto en las variables de longitud de hoja 2, peso fresco de tallo y hoja y así como el tratamiento de agr 2 en diámetro de tallo y peso fresco de raíz.

VI CONCLUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el proceso experimental el tratamiento con efectividad superior en la variedad imperial fue arginina 2 mL (arg 2), ya que al utilizar la arginina en el inicio del desarrollo y crecimiento del melón se generó una calidad superior en la plántula.

De igual manera, la variedad ovation muestra que el tratamiento citrulina 2 mL (cit 2) tiene efectividad en las variables de calidad.

Por lo que se determinó que los tratamientos utilizados en este experimento resultaron efectivos y demostraron ser una alternativa para su uso como bioestimulantes para incrementar la calidad de plántula de melón.

Se recomienda el uso de estos compuestos bioestimulantes en otras semillas de diferentes cultivos, para generar información y producir plántulas de una calidad superior.

VII LITERATURA CITADA

Akashi, K., Miyake, C. y Yokota, A. (2001). La citrulina, un nuevo soluto compatible en las hojas de sandía silvestre tolerantes a la sequía, es un eficaz eliminador de radicales hidroxilo. *FEBS Lett.* 508, 438–442. doi: 10.1016 / S0014-5793 (01) 03123-4.

Ansari WA, Atri N, Ahmad J, Qureshi MI, Singh B, Kumar R, et al. (2019). Drought mediated physiological and molecular changes in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *PLoS ONE* 14(9): e0222647. doi.org/10.1371/journal.pone.0222647

Batista-Sánchez, Daulemys, Murillo-Amador, Bernardo, Nieto-Garibay, Alejandra, Alcaráz-Meléndez, Lilia, Troyo-Diéguez, Enrique, Hernández-Montiel, Luis, Ojeda-Silvera, Carlos Michel, Mazón-Suástegui, José Manuel, & Agüero-Fernández, Yuneisy Milagro. (2019). Bioestimulante derivado de caña de azúcar mitiga los efectos del estrés por NaCl en *Ocimum basilicum* L.. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(17), 297-306. Epub 00 de mayo de 2019.

Blasco Alonso, J., Serrano Nieto, J., Navas López, V. M., Barco Gálvez, A., Vicioso, I., Carazo Gallego, B., Ortiz Pérez, P., & Sierra Salinas, C.. (2011). Citrulina plasmática como marcador de pérdida de masa enterocitaria en la enfermedad celíaca en la infancia. *Nutrición Hospitalaria*, 26(4), 807-813. Recuperado en 26 de mayo de 2021, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000400021&lng=es&tlng=es.

Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas. Ed. Trillas México. P. 13-20.

- Calvo Velez, Pamela & Nelson, Louise & Kloepper, Joseph. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 383. 10.1007/s11104-014-2131-8.
- Casillas, J. C., Londoño, J., Guerrero, H., & Buitrago, L. A. (1986). Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Acta Agronómica*, 36(2), 185-195.
- Davis, A., Webber, C., Fish, W., Wehner, T., King, S. y Perkins, P. (2011). Niveles de L-citrulina en cultivos de sandía probados en dos entornos. *Hort Sci*. 46, 1572-1575. doi: 10.21273 / hortsci.46.12.1572.
- De la Cuadra, Celia. (1993). GERMINACION, LATENCIA Y DORMICION DE LAS SEMILLAS; Dormición en las avenas locas. MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION. LS.B.N.: 84-341-0782- L N.LP.O.: 253-93-003-9.
- Desai, B. B. 2004. *Seed Handbook, Biology, Production, Processing, and Storage*. Second edition. Marcel Dekker, INC. USA. pp. 787.
- Doria, Jessica. (2010). GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS: SU PRODUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00. Recuperado en 09 de marzo de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011&lng=es&tlng=es.
- Espinoza Arellano, José de Jesús y Lozada Cota, Michelle y Leyva Nájera, Saúl (2011). POSIBILIDADES Y RESTRICCIONES PARA LA EXPORTACIÓN DE MELÓN CANTALOUPE PRODUCIDO EN EL MUNICIPIO DE MAPIMÍ, DGO., MÉXICO AL MERCADO DE LOS ESTADOS UNIDOS. *Revista*

Mexicana de Agronegocios, 28 (), 593-604. [Fecha de Consulta 2 de febrero de 2020]. ISSN: 1405-9282. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=141/14115904013>

Espinoza-Arellano, José de Jesús, Orona-Castillo, Ignacio, Guerrero-Ramos, Liliana Angélica, Molina-Morejón, Víctor Manuel, & Ramírez-Quiroga, Eva Cristina. (2019). Análisis del financiamiento, comercialización y rentabilidad del cultivo del melón con enfoque de “siembras por etapas” en la Comarca Lagunera de Coahuila, México. *CienciaUAT*, 13(2), 71-82. <https://dx.doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1054>

Finch-Savage, W.E and Leubner-Metzger, G. (2006) 'Seed dormancy and the control of germination'. *Journal of Applied Physics*, 44(10), pp.4478-4481. Doi: 10.1063/1.1661985.

Godínez Álvarez, Héctor y Flores Martínez, Arturo (2000). Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica. *Polibotánica*, (11), 1-29. [Fecha de consulta 19 de febrero de 2020]. ISSN: 1405-2768. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=621/62101101>

González, Sayonara y Fortes, Dayleni y Herrera, RS (2008). Efecto de diferentes dosis de radiación láser en la germinación de semillas de Kudzú (*Pueraria phaseoloides*). *Nota técnica Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42 (1), 93-95. [Fecha de consulta 5 de febrero de 2020]. ISSN: 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1930/193015413014>

González, T. G. *et al.* 2008. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del Bajío. *Agric. Téc. Méx.* 34: 421-430.

Hartmann, H y D. E. Kester. 1995. Propagación de plantas. Edición Continental. México. 130-165 p.

Hernández Martínez, Juvencio, y García Salazar, J. Alberto, y Mora Flores, J. Saturnino, y García Mata, Roberto, y Valdivia Alcalá, Ramón, y Portillo Vázquez, Marcos (2006). Efectos de la exportación de aranceles sobre las exportaciones de melón (*Cucumis melo* L.) de México a los Estados Unidos. *Agrociencia*, 40 (3), 395-407. [Fecha de consulta 3 de febrero de 2020]. ISSN: 1405-3195. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=302/30240312>

Hozayn M., Abd El Monem AA Alivio del impacto potencial del cambio climático en la productividad del trigo utilizando arginina en la agricultura egipcia de regadío. En: López-Francos A. (comp.), López-Francos A. (collab.). *Economía de la sequía y la preparación para la sequía en un contexto de cambio climático*. Zaragoza: CIHEAM / FAO / ICARDA / GDAR / CEIGRAM / MARM, 2010. p. 95-100.

López-Martínez, José Dimas, & Ávalos-Marines, Alfonso, & Martínez-Rubin de Celis, Enrique, & Valdez-Cepeda, Ricardo, & Salazar-Sosa, Enrique (2006). Características físicas del suelo y rendimiento de maíz forrajero evaluados con labranza y fertilización orgánica-inorgánica. *Terra Latinoamericana*, 24 (3), 417-422.

Morales-Santos, Martha E., y Peña-Valdivia, Cecilia B., y García-Esteva, Antonio, y Aguilar-Benítez, Gisela, y Kohashi-Shibata, Josué (2017). CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS Y PLÁNTULAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) SILVESTRE,

DOMESTICADO Y SU PROGENIE. *Agrociencia*, 51 (1), 43-62. [Fecha de consulta 26 de febrero de 2020]. ISSN: 1405-3195. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=302/30249773005>

Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª edición UNAM. México, 393. P

Miranda Wong, Ricardo (2008). CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ALGODONERO (*Gossypium hirsutum*, L.) EN LA COMARCA LAGUNERA. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 23 (), 696-705. [Fecha de Consulta 22 de Mayo de 2021]. ISSN: 1405-9282. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14102313>

Nejadalmoradi H, Nasibi F, Kalantari KM, Zanganeh R (2014). Efecto de la preparación de semillas con L-arginina y nitroprusiato de sodio sobre algunos parámetros fisiológicos y enzimas antioxidantes de plantas de girasol expuestas a estrés salino. *Agric Commun* 2 (1): 23–30

ONG YING QIAN, HARITH, S., SHAHRIL, M. R., & SHAHIDAN, N. (2019). BIOACTIVE COMPOUNDS IN *Cucumis melo* L. AND ITS BENEFICIAL HEALTH EFFECTS: A SCOPING REVIEW. *Malaysian Applied Biology*, 48(4), 11–23. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=140950550&lang=es&site=ehost-live>

Peña-Valdivia, C.B.,C. Trejo ,R. Celis-Velázquez, A.López O.2013. Reacción del frijol silvestre (*Phaseolus vulgaris* L.) a la profundidad de siembra. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 4: 89-102.

Pérez-Ruiz, Juan A., Mejía-Contreras, José A., Hernández-Livera, Adrián, & Zamora-Díaz, Mauro. (2015). Ausencia de latencia en semilla de genotipos mexicanos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) para malta. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(3), 249-255.

Pita, J. and Perez, F. (1998) 'Germianción de semillas (hoja divulgadora)', p. 20.

Prado-Urbina, Gregorio, Lagunes-Espinoza, Luz del Carmen, García-López, Eustolia, Bautista-Muñoz, Consuelo del Carmen, Camacho-Chiu, Wilder, Mirafuentes G, Felipe, & Aguilar-Rincón, Víctor Heber. (2015). Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 2(5), 139-149.

Ramadan, AA, Abd Elhamid, EM & Sadak, MS Estudio comparativo del efecto de la arginina y el nitroprusiato de sodio en plantas de girasol cultivadas en condiciones de estrés por salinidad. *Bull Natl Res Cent* 43, 118 (2019). <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0156-0>

Raven, H.Peter., Evert,F. Ray and Eichhorn, E. Susan. 1992. *Biología de las plantas*. Editorial Reverte, S. A. Barcelona. 400-402 p.

Rennenberg, H., Wildhagen, H., and Ehltng, B. (2010). Nitrogen nutrition of poplar trees. *Plant Biol. (Stuttg.)* 12, 275–291. doi: 10.1111/j.1438-8677.2009.00309.

Reyes-Avalos, Ma Concepción, y Minjares-Fuentes, Rafael, y Esparza-Rivera, Juan Ramón, y Contreras-Esquivel, Juan Carlos, y Montañez Sáenz, Julio César, y Meza-Velázquez, Jorge Armando (2017). Melón (*Cucumis melo*) cubierto

con una película comestible de alginato - hpmc - parafina. *Nova Scientia*, 9 (18), 222-238. [Fecha de consulta 3 de febrero de 2020]. ISSN:. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2033/203350918013>

Reyes-Carrillo, José Luis y Cano-Ríos, Pedro y Nava-Camberos, Urbano (2009). PERÍODO ÓPTIMO DE POLINIZACIÓN DEL MELÓN CON ABEJAS MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.). *Agricultura Técnica en México*, 35 (4), 370-377. [Fecha de consulta 3 de febrero de 2020]. ISSN: 0568-2517. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=608/60812274002>

Ruiz, O.M. 1983. *Tratado elemental de botánica*. Décima quinta edición.

Sánchez Rojo, Silvia y López Delgado, Humberto Antonio (2010). PERÓXIDO DE HIDRÓGENO COMO INDUCTOR DE TUBERIZACIÓN in vitro EN PLANTAS DE PAPA. *Interciencia*, 35 (3), 213-216. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33913157011>

Santiago-Rodríguez, Filiberto, Pliego-Marín, Lina, Aragón-Robles, Edilberto, Zárate-Altamirano, Graciela, & Córdova-Gámez, Gabriel. (2018). CALIDAD EN FRUTOS DE MELÓN BAJO TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN INVERNADERO DE BAJA TECNIFICACION. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 5.

Slocum, R. D. (2005). Genes, enzymes and regulation of arginine biosynthesis in plants. *Plant Physiol. Biochem.* 43, 729–745. doi: 10.1016/j.plaphy.2005.06.007.

Song Q, Joshi M, DiPiazza J and Joshi V. (2020). Functional Relevance of Citrulline in the Vegetative Tissues of Watermelon During Abiotic Stresses. *Front. Plant Sci.* 11:512. doi: 10.3389/fpls.2020.00512.

Varela. S. A., y Arana. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Serie técnica: "Sistemas Forestales Integrados" Área Forestal – INTA. N° 3. ISSN: 1853-4775.

Vargas-González, Gabriela, Alvarez-Reyna, Vicente de Paul, Guigón-López, César, Cano-Ríos, Pedro, Jiménez-Díaz, Florencio, Vásquez-Arroyo, Jesús, & García-Carrillo, Mario. (2016). Patrón de uso de plaguicidas de alto riesgo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(9), 367-378.

Vega, J. P., Ortiz, C. R. A. S., & González, C. L. C. (2013). Efecto del biobras y el FitoMas-E en el tomate de crecimiento indeterminado en casas de cultivo protegido. *Centro Agrícola*, 40(1), 29-34.

Winter G, Todd CD, Trovato M, Forlani G and Funck D (2015). Physiological implications of arginine metabolism in plants. *Front. Plant Sci.* 6:534. doi: 10.3389/fpls.2015.00534

Wojtyła Ł, Lechowska K, Kubala S and Garnczarska M (2016). Different Modes of Hydrogen Peroxide Action During Seed Germination. *Front. Plant Sci.* 7:66. doi: 10.3389/fpls.2016.00066.

<http://prepa.chapingo.mx/wp-content/uploads/2019/01/ANTOLOGIA-IV3.pdf>.

<https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/11/Atlas-Agroalimentario-2020.pdf> SIAP-2020