



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

**“Identificación de defensas inducibles a mosca blanca  
(*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de tomate  
(*Solanum lycopersicum*) elicidadas con fitohormonas”.**

*Tesis presentada para optar el título de Magister Scientiae Protección Vegetal de la  
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata*

**Bayron Ricardo Suazo**

Ingeniero Agrónomo

**Universidad Nacional de La Plata**

**Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales**

**Comité Consejero**

**Director de Tesis**

**Ana María Castro**

Ingeniero Agrónoma (Universidad Nacional de La Plata)  
Ph.D. Genética (Universidad Nacional de Córdoba – España)

**Codirector de Tesis**

**Vilma Luciana Saldua**

Licenciada en Biología (Universidad Nacional de La Plata)  
Doctora en Ciencias Naturales (Universidad Nacional de La Plata)

**Asesora de Tesis**

**Susana Beatriz Martínez**

Ingeniero Agrónoma (Universidad Nacional de La Plata)

**Jurado de Tesis**

**Sara Cáceres**

Ingeniera Agrónoma (Universidad Nacional de Nordeste)  
Master of Science (University of Florida – EEUU)

**Silvia Lopez**

Licenciada en Biología (Universidad Nacional de Buenos Aires)  
Doctora en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Buenos Aires)

**Carlos Mazza**

Licenciado en Biología (Universidad Nacional de Buenos Aires)  
Doctor en Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Buenos Aires)

**Fecha de defensa de la tesis: 27 noviembre de 2019**

## Dedicatoria

A:

Mis padres

Mis hermanos

Mi sobrino

## Agradecimientos

A:

Dios por la vida, sabiduría y fortaleza

La Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales por formar parte de mi formación.

Las Dras. Ana Castro, Luciana Saldua e Ing. Agr. Susana Martínez por su asesoría y revisión de la presente investigación.

# ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos .....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1.....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problemática de la horticultura moderna.....	2
1.2. Horticultura sustentable.....	2
1.3. El cultivo de Tomate .....	3
1.3.1. Hábito de crecimiento .....	3
1.3.2. Factores climáticos.....	5
1.3.3. Importancia económica .....	6
1.3.4. Manejo agronómico del cultivo de tomate .....	7
1.4. Plagas en la horticultura .....	8
1.5. Mosca Blanca.....	8
1.5.1. Biología .....	9
1.6. Hormonas vegetales o fitohormona .....	10
1.6.1. Ácido abscísico (ABA).....	10
1.6.2. Ácido Jasmónico (AJ) .....	11
1.6.3. Ácido salicílico (AS).....	11
1.6.4. Giberelinas (Gib).....	12
1.7. Mecanismos de defensa.....	12
1.8. Objetivo general.....	14
1.8.1. Objetivos específicos.....	14
1.9. Hipótesis .....	15
CAPÍTULO 2.....	16

<b>2. EVALUACIÓN DE LA ANTIXENOSIS EN DISTINTOS CULTIVARES DE TOMATE</b> .....	16
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	17
2.1. Localización.....	17
2.2. Material Vegetal.....	17
2.3. Fitohormonas empleadas .....	17
2.4. Cría de mosca blanca.....	17
2.5. Evaluación de la resistencia antixenótica constitutiva .....	18
2.6. Evaluación de antixenosis inducida .....	19
<b>RESULTADOS</b> .....	20
2.7. Resultados Evaluación de antixenosis constitutiva.....	20
2.8. Resultados Evaluación de antixenosis inducida .....	21
<b>DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	26
<b>3. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LAS FITOHORMONAS EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLÁNTULA DE TOMATE</b> .....	26
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	27
3.1. Localización.....	27
3.2. Material Vegetal.....	27
3.3. Fitohormonas empleadas .....	27
3.4. Desarrollo del ensayo .....	27
<b>RESULTADOS</b> .....	29
3.5. Altura.....	29
3.5.1. Evaluación de la altura con diferentes tratamientos exógenos con y sin hormonas. 29	
3.6. Diámetro .....	30
3.6.1. Evaluación del diámetro del tallo en plántulas con y sin aplicación exógena de hormonas.....	31
3.7. Hojas.....	32
3.7.1. Evaluación del número de hojas en plántulas con y sin aplicación exógena de hormonas.....	32
3.8. SPAD (índice de verdor) .....	33
3.8.1. Evaluación de SPAD en plántulas con y sin aplicación exógena de hormonas ...	33
<b>DISCUSIÓN</b> .....	34
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	37
<b>4. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE LA FITOHORMONA ÁCIDO ABSCÍSICO SOBRE EL CONTROL DE MOSCA</b>	

<b>BLANCA DEL CULTIVAR ELPIDA Y SU PRODUCTIVIDAD O RENDIMIENTO EN INVERNÁCULO .....</b>	<b>37</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>38</b>
4.1. Evaluación del efecto de aplicaciones exógenas con fitohormona sobre control de mosca blanca y productividad o rendimiento de tomate en invernáculo.....	38
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
4.2. Número de adultos de moscas blancas <i>Trialeurodes vaporariorum</i> .....	41
4.3. Número de ninfas de moscas blancas de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> .....	42
4.4. Análisis de la productividad o rendimiento (kg/planta) del cultivar Elpida.....	43
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>46</b>
<b>5. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA FITOHORMONA ÁCIDO ABCSÍICO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE TOMATE DEL CULTIVAR ELPIDA EN INVERNÁCULO.....</b>	<b>46</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>47</b>
5.1. Evaluación del efecto de la fitohormona ácido abscísico en el crecimiento y desarrollo de tomate del cultivar Elpida en invernáculo .....	47
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
5.2. Altura.....	50
5.3. Diámetro .....	51
5.4. Número de Hoja .....	52
5.5. Número de Inflorescencia.....	53
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>55</b>
<b>6. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### Capítulo 2

- Gráfico 1. Número de adultos de moscas blancas por hoja en tres cultivares de tomate, indicativo de la antixenosis constitutiva (media  $\pm$  error estándar)..... 21
- Gráfico 2. Número de adultos de moscas blancas por hoja en tres cultivares de tomate con tratamiento exógeno hormonal de hormonas ácido abscísico (ABA), ácido jasmónico (AJ), ácido salicílico (AS) y giberelinas (Gib) (media  $\pm$  error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) ..... 22

### Capítulo 3

- Gráfico 3. Altura de tres cultivares de tomate con tratamiento exógeno de fitohormonas ABA, AJ, AS y Gib y el control sin tratamiento de fitohormona (media  $\pm$  error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )  
30
- Gráfico 4. Diámetro de plántulas en tres cultivares de tomate con aplicación exógena de las fitohormonas ABA, AJ, AS y Gib y el control sin tratamiento de hormonas al estado de 4 hojas definitivas (media  $\pm$  error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) ..... 31
- Gráfico 5. Número de hojas en tres cultivares de tomate con aplicación exógena de las fitohormonas ABA, AJ, AS y Gib al estado de 4 hojas definitivas (media  $\pm$  error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )  
32
- Gráfico 6. Índice de verdor en tres cultivares de tomate con aplicación exógena de las hormonas ABA, AJ, AS y Gib y el control sin tratamiento de fitohormonas al estado de 4 hojas definitivas (media  $\pm$  error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) ..... 34

### Capítulo 4

- Gráfico 7. Número de adultos de mosca blanca por hojas de plantas de tomate del cultivar Elpida con tratamiento exógeno con ABA y testigos (sin hormona) (media  $\pm$  error estándar).  
42
- Gráfico 8. Número de ninfas de mosca blanca por foliolo en plantas de tomate, tratadas con ABA y testigos (media  $\pm$  error estándar)..... 43
- Gráfico 9. Rendimiento total y peso promedio de frutos de 1° (Primera), 2° (Segunda) y 3° (Tercera) categoría comercial (kg/planta) en tomate cv. Elpida. Medias que comparten letras iguales no presentan diferencias significativas (Tukey,  $P > 0.05$ )..... 44

## Capítulo 5

Gráfico 10. Altura por planta del cultivar Elpida con tratamiento exógeno de hormona ABA y sin tratamiento exógeno hormonal ácido abscísico, en diferentes fechas de observación durante el ciclo de vida del cultivo (media $\pm$ error estándar). .....	50
Gráfico 11. Diámetro por planta del cultivar Elpida con tratamiento exógeno de la hormona ABA y sin tratamiento exógeno hormonal, en diferentes fechas de observación durante el ciclo de vida del cultivo (media $\pm$ error estándar).....	51
Gráfico 12. Número de hojas por planta del cultivar Elpida con tratamiento exógeno de hormona ABA y sin tratamiento exógeno hormonal ácido abscísico, en diferentes fechas de observación durante el ciclo de vida del cultivo (media $\pm$ error estándar).....	52
Gráfico 13. Número de inflorescencias por planta del cultivar Elpida con tratamiento exógeno de hormona ABA y sin tratamiento exógeno hormonal, en diferentes fechas de observación durante el ciclo de vida del cultivo (media $\pm$ error estándar). .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 1

Figura 1. Flor de planta de tomate A, B (Fuente: Ing. Agr. Bayron Suazo).....	4
Figura 2. Frutos del cultivo de tomate inmaduros A y maduros B (Fuente: Ing. Agr. Bayron Suazo). .....	5
Figura 3. Planta de tomate, plántula A y desarrollo del cultivo B (Fuente: Ing. Agr. Bayron Suazo). .....	5
Figura 4. Ciclo de vida de <i>T. vaporariorum</i> (Fuente: Cardona <i>et al.</i> , 2005).....	9

### Capítulo 2

Figura 5. Cría y Multiplicación de moscas blancas A vista frontal y B vista lateral .....	18
Figura 6. Plántulas de cultivares de tomate. ....	20
Figura 7. Diseño de forma circular del ensayo de antixenosis. ....	20

### Capítulo 3

Figura 8. Medición de Altura de la plántula. ....	28
Figura 9. Medición del Diámetro del tallo de la plántula. ....	29
Figura 10. Medición del contenido de clorofila (unidades SPAD). ....	29

### Capítulo 4

Figura 11. Invernáculo metálico parabólico. Estación Experimental Ing. Julio Hirschhorn	39
---	----

Figura 12. Diseño del ensayo en invernadero. T testigo sin hormona y Tr: con tratamiento ABA. ....	40
Figura 13. Racimo de frutos de tomate para cosecha.....	40

## Capítulo 5

Figura 14. Medición de Altura de planta de tomate.....	48
49	
Figura 15. Medición de diámetro planta tomate.....	49
Figura 16. Inflorescencia de la planta de tomate.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

### Capítulo 2

Tabla1: Análisis de la varianza del número de moscas blancas por hoja, en los tres cultivares de tomate después de 96 hs de iniciado el ensayo de libre selección de hospedero .....	20
Tabla 2: Análisis de la varianza del número de adultos de moscas blancas por hoja, después de 96 hs de iniciado el ensayo de libre selección de hospedero, empleando tres cultivares de tomate tratados con diferentes fitohormonas. ....	21

### Capítulo 3

Tabla 3: Análisis en la varianza de la altura de los tres cultivares de tomate con y sin tratamiento exógeno de fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib).....	30
Tabla 4. Análisis de la varianza del diámetro de las plántulas de los tres cultivares de tomate con y sin tratamiento exógeno de fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib) al estado de cuatro hojas definitivas. ....	31
Tabla 5. Análisis de la varianza del número de hojas de las plántulas de los tres cultivares de tomate con y sin tratamiento exógeno de fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib) al estado de cuatro hojas definitivas.....	32
Tabla 6. Análisis de la varianza del índice de verdor de las plántulas de los tres cultivares de tomate con y sin tratamiento exógeno de fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib) al estado de cuatro hojas definitivas;.....	33

### Capítulo 4

Tabla 7. Análisis de la varianza no paramétrica del número en adultos de moscas blancas por hojas/planta, empleando el cultivar Elpida con tratamiento exógeno con y sin hormona. .	41
Tabla 8. Análisis de la varianza no paramétrica del número de ninfas de mosca blanca encontradas por foliolo, empleando el cultivar Elpida con y sin tratamiento exógeno de hormona ABA, en un período de once semanas de monitoreo.....	42
Tabla 9. Análisis de la varianza del rendimiento (kg/planta) del cultivar Elpida con tratamiento hormonal con ABA y testigos. ....	43

## Capítulo 5

Tabla 10: Análisis de la varianza de la altura (cm) por planta, después de 15 días de transplantado el cultivo de tomate, bajo 2 tratamientos exógenos hormonales. ....	50
Tabla 11: Análisis de la varianza del diámetro por planta, desde 15 días de transplantado hasta el estado reproductivo, con y sin tratamiento exógenos con ABA. ....	51
Tabla 12: Análisis de la varianza del número de hojas por planta, desde 15 días de transplantado hasta el estado reproductivo, con y sin tratamientos exógenos con ABA. ...	52
Tabla 13: Análisis de la varianza del número inflorescencias por planta, con y sin tratamientos exógenos con ABA.....	53

## **Identificación de defensas inducibles a mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) elicidadas con fitohormonas en La Plata, provincia de Buenos Aires.**

### **RESUMEN**

El tomate *Solanum lycopersicum* es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo bajo invernadero. En el cinturón hortícola platense la “mosca blanca de los invernaderos” (*Trialeurodes vaporariorum*) es una plaga de difícil manejo, siendo el control químico el más difundido. En la Argentina la producción hortícola tiene como desafío aumentar la productividad y mejorar aspectos para el manejo de las plagas siguiendo las pautas de Buenas Prácticas Agrícolas, el objetivo general del presente trabajo fue analizar el efecto de la aplicación exógena de fitohormonas sobre el control de mosca blanca y el rendimiento del cultivo de tomate. La evaluación de antixenosis o no preferencia de *T. vaporariorum* en tres variedades comerciales de tomate: Etereí, Yigido y Elpida, mediante la prueba de libre selección de hospedero, para ello se contabilizó el número de adultos de mosca blanca encontradas por planta luego de la infestación de 96 hs. El estudio de antixenosis inducida en tomate, se realizó mediante una aplicación exógena con las fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib), y 24 hs después fueron infestadas con mosca blanca. Transcurrido 96 hs se procedió a contabilizar los adultos de mosca blanca por plántula. La evaluación del efecto de las fitohormonas sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate, se observaron los parámetros de altura (cm), diámetro (cm), número de hojas e índice de verdor (unidades SPAD). El ensayo conducido bajo condiciones protegidas se utilizó la variedad comercial Elpida y la fitohormona ABA donde se evaluaron los siguientes parámetros: el crecimiento en altura, diámetro, número de hojas e inflorescencias, rendimiento (kg/planta) y el control de mosca blanca en estado adulto y ninfa, las plantas fueron tratadas con ABA al momento de aparición del insecto. Se monitoreó la plaga mediante observación directa sobre el cultivo. Utilizando un diseño experimental al azar (DCA) con 8 repeticiones para el estudio de antixenosis (constitutiva e inducida) los datos fueron analizados con ANOVA de una vía, los parámetros de crecimiento se analizaron con ANOVA factorial. En invernáculo se planteó un DCA con 16 repeticiones los datos de la variable número de adulto y ninfa de mosca blanca por hoja/foliolo se analizaron mediante la prueba de test de Kruskal Wallis. El rendimiento y crecimiento morfológico de la planta de tomate fueron analizados mediante ANOVA, todas las pruebas estadísticas se compararon con medias del test de Tukey utilizando el programa estadístico InfoStat 2014. En los resultados de antixenosis inducida

se observó como las hormonas ácido abscísico (ABA) y el ácido salicílico (AS) mejoraron la resistencia en las plantas del cultivar Elpida; así mismo mostró diferencias significativas de crecimiento en altura (11,61 cm), diámetro (0,45 cm), número de hojas (4 hojas/plántula) e índice de verdor (38,33 SPAD) en comparación con las variedades comerciales Yígido y Etereí. Los análisis estadísticos mostraron que la aplicación exógena de ABA obtuvo resultados significativos en reducir la incidencia del insecto de mosca blanca en su estadio de adulto y ninfa. En el desarrollo del crecimiento las plantas no mostraron diferencias significativas en comparación con las plantas testigos en altura (190 cm), diámetro del tallo (1,45 cm), número de hojas (23 hojas/planta) e inflorescencias (5 inflorescencias/planta). El rendimiento total mostró valores con diferencias no significativas en las plantas con aplicación foliar de ABA (7,87 kg/planta) en comparación con las plantas testigo (7,05 kg/planta). De acuerdo con los resultados obtenidos bajo estas condiciones de invernáculo, se concluye como las aplicaciones exógenas de la fitohormona ABA podría ser una alternativa para el control de la mosca blanca por su control del número de insecto sin perjudicar el crecimiento y rendimiento de la planta de tomate variedad Elpida.

**Palabras clave:** Mosca blanca, fitohormona, ABA, AJ, AS, Gib, antixenosis, rendimiento.

**Identification of inducible defenses to whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) in tomato crop (*Solanum lycopersicum*) elicited with phytohormones in the Province of La Plata.**

ABSTRACT

*Solanum lycopersicum* (tomato) is one of the most sown vegetables under greenhouse conditions in the world. It has been reported environmental and social problems due to wrong use of inputs such as pesticides; consequently, new crop management and production should be considered in order to make a better use of resources. The “greenhouse whitefly”, *Trialeurodes vaporariorum*, is a pest difficult to manage at the Platense Horticultural Belt being chemical control the most widely spread. Since productivity and pest management have to follow guidelines of Good Agricultural Practices, the overall objective of this work was to analyze the effect of exogenous application of phytohormones on whitefly control and tomato yield. *T. vaporariorum* antixenosis or non-preference was evaluated by the host free choice test in three commercial varieties of tomato (Etereí, Yigido and Elpida). The number of whiteflies found per plant was recorded after 96 hours of infestation. The induced antixenosis was assayed by exogenous hormones (ABA, AJ, Gib and ACES) applications on the different tomato varieties. Twenty four hours later the plants were infested with adult whiteflies and their number per seedling were recorded, after 96 hs. The phytohormone effects on seedlings growth and development was analyzed by plant height, diameter, number of leaves and the chlorophyll content by the greenness index (SPAD). The cultivar Elpida treated with ABA showed significant differences height (11.61 cm), diameter (0.45 cm), number of leaves (4 per plantlet) and greenness index (38.33 SPAD) in comparison with the commercial varieties Yigido and Etereí. ABA phytohormone was sprayed on Elpida variety in a greenhouse. It was evaluated the same plant parameters and the number of inflorescences and yield (kg/plant). In order to test the control of whitefly, it were registered the number of nymphs and adults, when insects were observed in control and ABA treated plants. The pest was monitored on the crop by direct observation. Plants treated with ABA showed significantly lower number of insects compared with untreated plants. In addition, ABA treatment did not provoke significant differences in growth compared with controls. Since height (190 cm), diameter (1.45 cm), number of leaves (23 per /plant) and inflorescence (5 inflorescences/plant) were similar in both sets of plants. Similarly, yields were no significantly different in ABA treated plants (7.87 kg/plant) and controls (7.05 kg/plant). In agreement with the results obtained under greenhouse conditions, it is concluded that the exogenous application of the phytohormone ABA might be an alternative

for the whitefly management, since it can reduce the number of insect without harming the growth and physiological development of the tomato plant of the variety Elpida.

Key-words: whitefly, phytohormone, ABA, AJ, AS, Gib, antixenosis, performance.

# **1. INTRODUCCIÓN**

### 1.1. Problemática de la horticultura moderna

La horticultura es una de las prácticas agrícolas intensivas de importancia, con el objetivo de obtener los más altos rendimientos por área (hectárea), sacando el mayor provecho del suelo y las plantas. El manejo actual de los agroecosistemas está provocando consecuencias nocivas y desequilibrios en los ecosistemas debido a la expansión del monocultivo que depende de fertilizantes y productos fitosanitarios como herbicidas, insecticidas y fungicidas (Carrasco *et al.*, 2012). La tendencia actual de la protección del cultivo está orientada a incrementar la producción, y minimizar los factores que reducen la productividad de la planta como son las plagas, las enfermedades y las malezas (Ferraro y Rositano, 2011).

La producción en invernadero se expandió en el siglo XX con la generación de una amplia información sobre el manejo de la temperatura, riego y fertilización. Este diseño de producción tiene dos características principales, las cuales se conocen como eficiencia y funcionalidad. Gracias a este tipo de producción obtenemos productos fuera de estación, un incremento en la eficiencia del uso de los recursos (suelo, agua, fertilizantes, energía), mejor calidad comercial y altos niveles productivos, a través de la tecnificación de la estructura se controlan factores como la temperatura y la concentración de dióxido de carbono, que son favorables para la producción (Pérez Parra, 2017).

Sin embargo, este sistema de producción requiere una alta demanda de aplicaciones agroquímicas, como ser, uso excesivo de insecticidas de amplio espectro y la emisión de dióxido de carbono (Carlsson Kanyama, 1998). Por lo tanto, todo lo mencionado tiene graves consecuencias irreversibles como la contaminación del suelo, agua y aire. El aumento del uso de productos químicos sin control ha originado un alto nivel de impacto en el medio terrestre y acuático.

### 1.2. Horticultura sustentable

El ecosistema sustentable se ha planteado como modelo alternativo al tradicional, el cual, mediante las presiones económicas produce profundas transformaciones sociales y ambientales. Este modelo alternativo, permitiría mantener el equilibrio de los recursos naturales para el uso no solo de las generaciones presentes, sino de las futuras, con la idea de desarrollar agroecosistemas con mínima dependencia de insumos agroquímicos y energéticos (Jeavons y Cox, 2007). A nivel mundial, se universaliza el concepto de agricultura sustentable para generar nuevas estrategias de desarrollo agrícola sustentable

(Altieri, 1994). Este nuevo modelo reconoce a la sociedad como el vínculo donde confluyen la seguridad alimentaria, la productividad, el desarrollo económico y la conservación de los ecosistemas (Avilés y Gajardo, 2017). Por ende, la consideración de la sustentabilidad como paradigma permite aceptarlo como una eficiente elucidación de procesos complejos para cumplir con una dieta saludable (Novelli, 2018).

### 1.3. El cultivo de Tomate

Es una especie originaria de América, probablemente de la zona de Perú-Ecuador, desde donde se extendió a América Central y Meridional (Argerich *et al.*, 2011).

Es una planta de la familia de las solanáceas, cuya especie básica es *Lycopersicon esculentum*, actualmente se le conoce como *Solanum lycopersicum* L. Es una planta perenne de porte arbustivo pero se cultiva como anual, con raíz principal (corta y débil) alcanzando hasta 80 -100 cm de profundidad, raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Su tallo principal con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, donde se van desarrollando sus hojas. Tiene hojas compuestas e imparipinnadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, un número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares, posee una flor perfecta (Figura 1), regular e hipógina. Su fruto está constituido por un 95% de agua, y el 5% restante es una porción de constituyentes orgánicos (Figura 2) (Escobar y Lee, 2009).

Todos los miembros de la subfamilia Solanoideae tienen el mismo número de cromosomas básico ( $x=12$ ) y el género *Lycopersicon* se caracteriza por sus estambres únicos, con conectivos alargados (Nuez, 2001). El tomate es una planta con un contenido de gran valor nutricional; por cada 100 gramos contiene agua 93.5%, calorías 20, proteínas 1 g, grasas 0,2 g, carbohidratos 4,3 g, fibras 0,47 g, vitamina A 820 IU, vitamina C 21 mg, tiamina 0,05 mg, riboflavina 0,04 mg, niacina 0,6 mg, calcio 12 mg, fósforo 25 mg, hierro 0,5 mg, sodio 3 mg, potasio 222 mg, ácido fólico 39 mg, vitamina E 0,9 mg, licopeno 3,1 mg (Argerich *et al.*, 2011).

#### 1.3.1. Hábito de crecimiento

La planta de tomate alcanza una altura con variaciones por los diferentes cultivares, desde menos de 51 cm hasta 2 m o más (Figura3). Entre los cultivares de tomate se observan diferencias en cuanto a las características del crecimiento de la planta, teniendo variaciones en el crecimiento de un tipo indeterminado o determinado (deteniendo su

crecimiento como consecuencia de la formación de una inflorescencia terminal) (Fornaris, 2007).

El crecimiento determinado ocurre cuando el crecimiento del tallo principal se detiene, una vez producido varias inflorescencias o racimos cuando el primero aparece luego de 6 a 7 hojas, con frecuencia los racimos se forman separados por dos hojas (López *et al.*, 2004). Consecutivamente brota una inflorescencia posteriormente de cada hoja, hasta que brota una inflorescencia terminal en su ápice deteniendo su crecimiento (Fornaris, 2007), siendo de menor tamaño que las de crecimiento indeterminado, alcanzando longitudes máximas de dos metros (Escobar y Lee, 2009).

El crecimiento indeterminado ocurre cuando las plantas tienen siempre en su ápice un meristema de crecimiento que produce un alargamiento continuado del tallo principal, originando inflorescencias que brotan opuestas después de 7 a 10 hojas; con frecuencia cada tres hojas brota una inflorescencia (López *et al.*, 2004). Asimismo las plantas pueden crecer indefinidamente llegando a longitudes mayores a 5 metros (Escobar y Lee, 2009).



Figura 1. Flor de planta de tomate A, B (Fuente: Ing. Agr. Bayron Suazo).

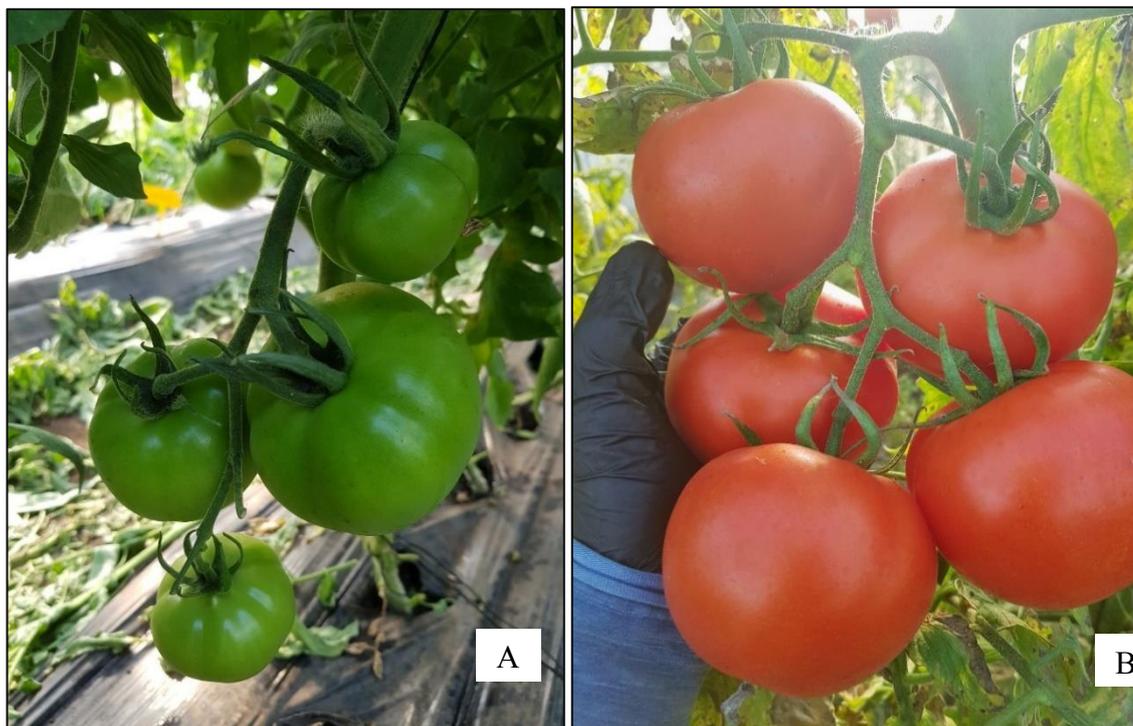


Figura 2. Frutos del cultivo de tomate inmaduros A y maduros B (Fuente: Ing. Agr. Bayron Suazo).



Figura 3. Planta de tomate, plántula A y desarrollo del cultivo B (Fuente: Ing. Agr. Bayron Suazo).

### 1.3.2. Factores climáticos

La planta es dependiente de factores ambientales como la luz, la temperatura y el agua (Taiz y Zeiger, 2006), siendo estos factores modificables en gran medida por el horticultor. El horticultor puede decidir sobre diversas características del cultivo como el sistema de poda y conducción; la orientación de las camas; el espaciamiento entre plantas

y entre camas; la utilización de sistemas de riego y policultivos, entre otras, modificando los microclimas luminosos, térmicos e higrométricos del cultivo.

Uno de los factores más importantes es la luz que afecta la capacidad fotosintética del cultivo; sin embargo no toda la radiación solar es útil para la fotosíntesis. La parte de la luz conocida como PAR (Radiación fotosintéticamente activa) cuyas longitudes de onda van entre 400-700 nm, es lo necesario para la planta. Es la superficie foliar que capta la luz y por tanto, la intensidad y calidad dependerán de ella. Las hojas son unidades funcionales de la fotosíntesis, su eficiencia en la captación y la utilización de la energía solar son determinante para la productividad (Taiz y Zeiger, 2006).

La temperatura es un factor importante en la actividad metabólica, del crecimiento y desarrollo de los vegetales. Para el tomate la temperatura óptima se encuentra entre 18 y 25°C (Heuvelink y Dorais, 2005). La reducción en el crecimiento se asocia a la disminución de la fotosíntesis neta y de la distribución de asimilados. Cuando superan los 25°C la pérdida de producción potencial depende en gran medida del tiempo de exposición a altas temperaturas. En los frutos se producen desordenes fisiológicos como la reducción del cuajo debido a las altas temperaturas. Sato *et al.*, (2000) muestran que la liberación del polen y su viabilidad pueden ser los factores más determinantes en el cuajado de fruto a altas temperaturas. Según De Pascale y Stanghellini (2011) la fase generativa del cultivo es más sensible al exceso térmico que la fase vegetativa.

La maduración del tomate durante el desarrollo de la planta es un proceso muy complejo por ser un fruto climatérico, el tomate es sensible al manejo y condiciones de almacenamiento no adecuados. Las temperaturas adversas favorecen la mala calidad del producto (fisiología postcosecha) (Alía, 2000). Las bajas temperaturas favorecen al fruto manteniendo su firmeza, su peso y su calidad (Ramírez *et al.*, 2004).

### 1.3.3. Importancia económica

El tomate es una de las hortaliza más cultivada en el mundo, alcanzando 4,8 millones de hectáreas y una producción de 182 millones de toneladas en 2013 (FAOSTAT, 2017). En la Argentina, la producción de tomate para consumo en fresco e industria asciende a 1,2 millones de toneladas, con un ingreso anual de 120.000 toneladas de tomate fresco al Mercado Central de Buenos Aires (Ministerio de Agroindustria, 2017). La provincia de Buenos Aires tiene una participación significativa en la producción de esta hortaliza, habiéndose reportado en 2015 como la zona más importante con 8.000 ha cultivadas, y un aporte del 32,79% sobre el total nacional (Ministerio de Agroindustria, 2016, 2017).

El cultivo de tomate ocupa un lugar predominante en la producción bajo invernaderos en el cinturón hortícola platense, representando un 80% de la superficie total destinada a esta modalidad en la provincia (Viteri *et al.*, 2013).

#### 1.3.4. Manejo agronómico del cultivo de tomate

El manejo agronómico del cultivo de tomate consiste en el trasplante del material hacia el lugar donde se producirá su crecimiento y desarrollo. El éxito durante el establecimiento del cultivo depende de varios factores como la humedad adecuada del suelo o sustrato, el estado nutricional y fitosanitario del mismo, la profundidad de trasplante y la calidad del material de propagación (López Marín, 2016) con densidades de siembra que se manejan de dos formas básicas para la ubicación de las plantas dentro del invernadero. La primera es la tradicional donde se utilizan surcos individuales con distancias entre surcos que varían entre 1,0 y 1,4 m, y distancias entre plantas de 15 a 50 cm, según la variedad seleccionada. La segunda es el trasplante en surcos dobles con espacio de 50 a 60 cm entre los surcos y 40 a 50 cm entre plantas a lo largo del surco. La distancia entre los centros de los surcos varía entre 1,40 y 1,60, por lo tanto se dejan caminos de 0,8 a 1 m de ancho. De esta manera se alcanzan densidades de 2,2 a 2,5 plantas por m<sup>2</sup>. Esto dependerá de las condiciones climáticas y especialmente de las variedades de crecimiento abierto que se trabaja (López Marín, 2016; Escobar y Lee, 2009).

El adecuado trasplante debe realizarse cuando la3 a 4 hojas estén totalmente expandidas, durante al atardecer, si es posible cuando haya disminuido el calor y el viento sea moderado. Las plantas deben ser colocadas de forma que las hojas verdaderas queden hacia el lado del camino, se hace con el propósito que los racimos florales queden del mismo lado y se faciliten las cosechas. Se debe tener en cuenta la profundidad del trasplante, lo mejor es tomar de referencia la profundidad utilizada en el semillero (Villasanti, 2013).

La poda es la práctica de remover cualquier tipo de estructura de la planta (Escobar y Lee, 2009). Se debe realizar a la mañana con la utilización de guantes desechables y aplicar un antibiótico registrado para el cultivo de tomate, para prevenir el ingreso de enfermedades ya que la planta sufrirá heridas dejándola expuesta (Villasanti, 2013). Existen diferentes tipos de podas: poda de formación, poda de yemas chuponas, poda de flores y frutos, poda de hojas bajas. El tutorado es una práctica que consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda de plástico o tela que va desde la base

de la planta (tercera o cuarta hoja) hasta un alambre ubicado directamente sobre las plantas (Escobar y Lee, 2009).

Otra práctica necesaria al momento de la cosecha, es considerar el índice de madurez. Se distinguen dos tipos de madurez: fisiológica, cuando el fruto ha alcanzado el máximo crecimiento y maduración y comercial cuando cumple con las condiciones que requiere el mercado (Morales *et al.*, 2018).

#### 1.4. Plagas en la horticultura

La plaga en la agricultura se define como una población de animales, enfermedades y malezas que se alimentan de la planta, causando daño económico (Rechcigl y Rechcigl, 2000). Existe una gran diversidad de artrópodos plaga que causan daños en cultivos hortícolas (Speight *et al.*, 2000). Determinadas plagas pueden favorecer la manifestación de enfermedades, por ejemplo, los daños tisulares que causan los insectos al alimentarse del tejido vegetal pueden ser la vía de entrada de virus, hongos y bacterias (Lozano, 2006). El objetivo del control de las plagas consiste en evitar pérdidas de rendimiento de los cultivos. El uso excesivo de insecticidas con este fin conlleva a problemas en la salud humana, el ambiente, y de resistencia de plagas (Ondarza Beneitez, 2017).

El manejo integrado de plagas (MIP) se basa en integrar diferentes técnicas de control de plagas (Smith y Capinera, 2016). El MIP con las medidas de intervención para reducir las poblaciones de la plaga incluye diferentes tipos de control biológico, cultural, mecánico y químico (López Ávila, 1999; Ortiz *et al.*, 1997).

#### 1.5. Mosca Blanca

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) es considerada como la segunda especie más importantes del mundo, por los daños económicos que provoca (Hilje, 1996), habitando en distintas zonas geográficas. Es polífaga, causando daño en gran número de especies cultivadas por tener un rango amplio de hospederos cultivados y silvestres. Los estadios ninfales y adultos succionan la savia, reduciendo los rendimientos principalmente en los cultivos hortícolas siendo el tomate uno de los cultivos más afectados (Cardona *et al.*, 2005; Ortiz-Catón *et al.*, 2010; López *et al.*, 2010). Pertenece al Phylum Artropoda, Clase Hexapoda (Insecta), Orden Hemiptera, Suborden Sternorrhyncha, Familia Aleyrodidae.

### 1.5.1. Biología

El ciclo de vida de *T. vaporariorum* presenta los siguientes estados: huevo, ninfa (cuatro estadios ninfales) y adulto (Figura 4). Todo el ciclo se desarrolla en el entorno de las hojas, la duración del ciclo total de huevo a emergencia del adulto es de 28 días, dependiendo de las temperaturas el ciclo se puede completar en 24 días (Cardona *et al.*, 2005).

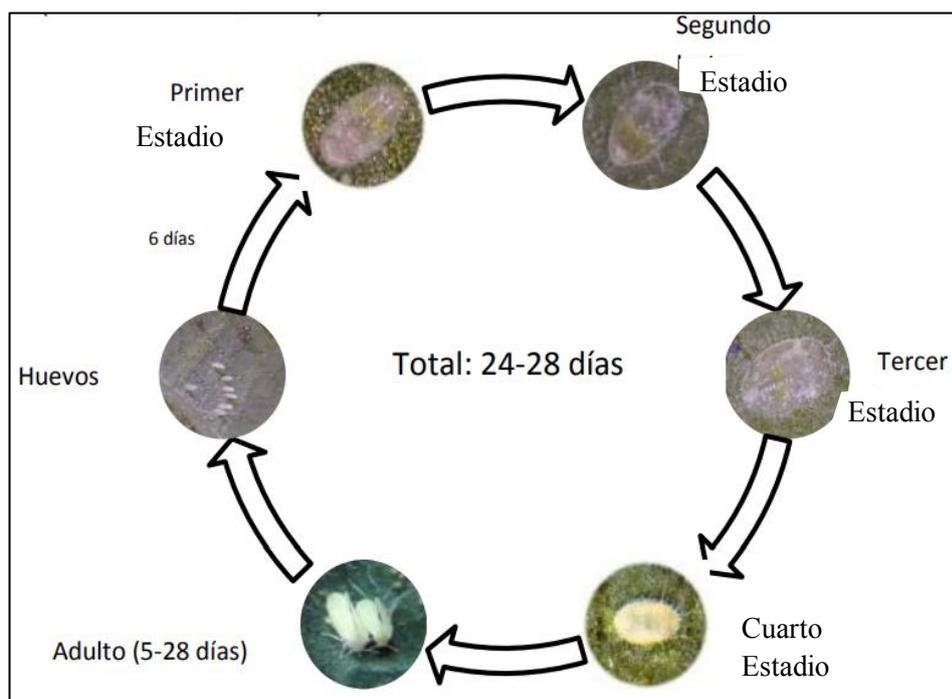


Figura 4. Ciclo de vida de *T. vaporariorum* (Fuente: Cardona *et al.*, 2005).

#### **Huevo**

El huevo de mosca blanca se establece en el envés de la hoja por medio de un pedicelo. Tiene forma alargada, lisa, su parte superior termina en punta y la parte inferior es redondeada. Mide alrededor de 0,2 mm de longitud y 0,1 mm de ancho. Al inicio de su ciclo los huevos son blancos, luego toman un color amarillo y finalmente se torna café oscuro, el período de eclosión generalmente dura entre 6 y 10 días (Cardona *et al.*, 2005; Carapia y Castillo-Gutiérrez, 2013).

#### **Primer estadio**

La ninfa recién emergida del huevo se mueve para localizar el sitio de alimentación, es el único estadio que realiza movimiento y se le conoce como gateador. Tiene forma oval, con la parte distal ligeramente más angosta, es translúcida y con algunas manchas amarillas. Es muy pequeña (0,27 mm de longitud y 0,15 mm de anchura). Este período

tiene una duración promedio de tres días (Cardona *et al.*, 2005; Carapia y Castillo-Gutiérrez, 2013).

#### **Segundo estadio**

La ninfa es translúcida, de forma oval con bordes ondulados. Mide aproximadamente 0,38 mm de longitud y 0,23 mm de anchura. Las ninfas de primer y segundo estadio se observan fácilmente al usar una lupa de 10 aumentos (Carapia y Castillo-Gutiérrez, 2013; Cardona *et al.*, 2005).

#### **Tercer estadio**

La ninfa es oval, aplanada y translúcida, similar a la del segundo estadio. El tamaño aumenta al doble del primer estadio (0,56 mm de longitud y 0,33 mm de ancho). Se observa con facilidad sobre el envés de la hoja (Cardona *et al.*, 2005; Carapia y Castillo-Gutiérrez, 2013). Tiene una duración de 5 días, con características morfológicas semejantes a las del segundo estadio ninfal (Roca Gonzáles, 2003).

#### **Cuarto estadio**

La ninfa recién formada es oval, plana y un poco transparente, lo que refleja un color oscuro a medida que avanza su desarrollo. A medida que progresa su desarrollo se vuelve opaca con hilos de cera largos y erectos que son característicos. De perfil luce elevada con respecto al área foliar. En las ninfas próximas a la emergencia de adultos, los ojos se observan con facilidad. Con medidas de 0,78 mm de longitud y 0,51 mm de ancho. Tiene una duración promedio de ocho días (Cardona *et al.*, 2005; Hilje, 1996; Carapia y Castillo-Gutiérrez, 2013).

#### **Adulto**

Inmediatamente de emergido el adulto mide 1 mm de longitud. Su cuerpo toma un color amarillo limón, las alas son transparentes, angostas en la parte anterior, se ensanchan hacia atrás y están cubiertas por un polvo blanco. Los ojos son de color rojo oscuro. Las hembras son más grandes que los machos, con una duración de vida entre 5 y 28 días. Se alimentan y ovipositan en el envés de hojas jóvenes, las cuales eligen por atracción de color. Los adultos copulan apenas emergen, pero puede haber un periodo de preoviposición de un día. Una hembra pone entre 80 y 300 huevos (Cardona *et al.*, 2005; Hilje, 1996; Carapia y Castillo-Gutiérrez, 2013).

### 1.6. Hormonas vegetales o fitohormona

#### 1.6.1. Ácido abscísico (ABA)

La fitohormona ABA fue identificada en el año 1960 en el desarrollo de estudios sobre la abscisión de frutos y la dormancia de yemas. El grupo guiado por F. Addicott aisló

compuestos que provocaban la abscisión de frutos de algodón y en 1963 identificó abscisina II, como ABA siendo la hormona que interviene en la abscisión de las hojas. Luego otro grupo de investigación dirigido por P. Wareing aisló una sustancia de hojas de *Acer pseudoplatanus* promoviendo latencia de yemas (Addicott y Carns, 1983). La síntesis se realiza en casi toda la planta, haciendo su transporte relativamente pequeño, igual se puede transportar por el floema y xilema, siendo el transporte más efectivo por vía del floema (Rodríguez, 2016).

El ABA muestra efectos fisiológicos siendo uno de los principales promotores en la apertura y cierre de estomas, ya que regula la transpiración de la planta, y la pérdida de agua. Un importante efecto es el desarrollo y dormición de semillas también conocido como latencia (Rodríguez, 2016). El ácido abscísico ayuda en el crecimiento de la raíz inhibiendo el crecimiento del tallo, lo que hace una relación de crecimiento 1:1 de raíz y tallo. De este modo se obtiene más absorción y menor transpiración. Como también es uno de los precursores para la senescencia en hojas (Rodríguez, 2016).

#### 1.6.2. Ácido Jasmónico (AJ)

Es una hormona endógena de origen lipídico con estructura molecular similar a las prostaglandinas en animales (Farmer *et al.*, 2003; Howe, 2004 a). Es un ciclopentano con una cadena pentenilo y una cadena carboxilica. El nombre químico y la fórmula empírica del ácido jasmónico son ácido *cis*-2-pent-2'-enil 3-oxo-ciclopentenilacético y C<sub>12</sub>H<sub>18</sub>O<sub>3</sub>, respectivamente (Abdala y Cenzano, 2006).

Los jasmonatos pueden encontrarse en toda la planta, pero tienen mejor desarrollo en tejidos como ápices de tallos, raíces, hojas jóvenes y frutos inmaduros (Liechti y Farmer, 2006). En diversas situaciones de estrés a causa de daños mecánicos, ataques de patógenos o plagas, el AJ actúa como moléculas señal en respuestas de las plantas. (Farmer *et al.*, 2003; Creelman y Mullet, 1997). En ocasiones la aplicación exógena de AJ produce efectos a los producidos por ácido abscísico (ABA), de tal forma que promueve el cierre de estomas en condiciones de estrés, degradación de la clorofila, senescencia y abscisión de hojas (Creelman y Mullet, 1997).

#### 1.6.3. Ácido salicílico (AS)

El ácido salicílico es una fitohormona vegetal involucrada en importantes procesos fisiológicos. Por otra parte, se le ha concedido un rol importante como señal endógena en

la resistencia a patógenos y en la Resistencia Sistémica Adquirida SAR (Santner y Estelle, 2009).

Su actividad fisiológica como señal que interviene en la inducción de la SAR, un efecto de respuesta de tipo inmunológica ante una infección o ataque por patógenos (Dong, 2004; Shah, 2003).

#### 1.6.4. Giberelinas (Gib)

Son compuestos naturales que funcionan como reguladores endógenos de crecimiento. (Azcón-Bieto y Talón, 2008). Las Gib juegan un papel muy importante en la formación de las anteras y grano de polen. De igual forma interceden en la síntesis de la alfa amilasa en la capa de aleurona, que permite la hidrolización de la glucosa en la semilla, la germinación y desarrollo inicial de la misma planta (Rodríguez, 2016).

Las Gib se transportan por el floema. La regulación del contenido de Giberelinas internas se realiza a través de la enzima llamada GA2oxidasa, encargada de oxidar a las Giberelinas activas para inactivarlas, reduciendo el número de hormonas activas.

#### 1.7. Mecanismos de defensa

La interacción entre plantas e insectos es compleja y ha permitido la coevolución entre ellos. En esta dinámica, los insectos fitófagos necesitan maximizar su comportamiento con el fin de localizar las plantas hospederas adecuadas y evitar aquellas que no lo son (Bruce, 2015). Algunas características de las plantas les permiten reducir el daño causado por los patógenos o las plagas, les confieren la capacidad de resistir el ataque a diferencia de plantas susceptibles que carecen de este tipo de respuesta (Crespo Herrera, 2012).

Una de las estrategias que utilizan las plantas para defenderse de los insectos es el mecanismo de antixenosis o no preferencia. Este fue definido por primera vez por Painter (1951), como la capacidad de las plantas de no compatibilizar con el insecto, impidiendo ser usada para oviposición, alimento o refugio. Un mecanismo de adaptación de las plantas, es su destreza de reaccionar rápidamente ante un posible invasor mediante respuestas de defensa. La resistencia inducida por la proteína R está asociada con la activación de la vía de señalización del ácido salicílico que permite la expresión de proteínas relacionadas con patogénesis (PR); otras defensas de la planta están controladas por fitohormonas etileno o ácido jasmónico se activan en respuesta a los patógenos herbívoros (se alimentan de tejido) (Glazebrook, 2005). La PR y otras proteínas son parte de la defensa en respuesta al estrés abiótico (Van Loon *et al.*, 2006). Se conoce que la

ruta de señalización a través de las proteínas R provoca una vía de señalización inducida por fitohormonas como el ácido jasmónico, salicílico y etileno (Bari y Jones, 2009).

La resistencia sistémica adquirida (SAR) se activa local y sistémicamente tras el ataque producido por patógenos (Van Loon *et al.*, 2006; Durrant y Dong, 2004). Suele ser de larga duración y capaz de proteger la planta ante diferentes patógenos como ser los virus, las bacterias y los hongos (Vlot *et al.*, 2009; Durrant y Dong, 2004), esta respuesta estaría señalizada a través del AS y metil-salicilato y terminaría con la expresión de genes vinculados con la PR (Rangel *et al.*, 2010).

Las plantas que logran activar la resistencia de defensas inducidas se basan en el reconocimiento del invasor y un evento subsecuente de transducción de señales que conduce a la activación de las defensas. Este mecanismo de activación de genes de defensa contra los insectos está mediada por las fitohormonas, y puede conducir a la producción de una proteína o un metabolito antagónico contra el insecto (Sánchez *et al.*, 2010; Thaler *et al.*, 2012). Según Van Poecke y Dicke, 2004, cada especie vegetal puede presentar distintos mecanismos de defensa inducida, algunas especies producen proteínas relacionadas con patogénesis (PR) con actividad antimicrobiana, inhibidores de proteasas afectando a los insectos (Howe, 2004 b), otras, producen sustancias volátiles que atraen parasitoides y predadores (Frost *et al.*, 2007) y/o néctar para apresar artrópodos que controlan herbívoros (Dicke y Hilker, 2003).

Las fitohormonas como el ET, AJ y AS tienen un rol importante en la resistencia inducida (Durrant y Dong, 2004) y la eficacia de la respuesta contra el ataque dependiendo del tipo de agente biológico y del tiempo de identificación de la señal que promueve la activación de genes de defensa (Mur *et al.*, 2006). La mayoría de genes de respuesta vía AJ son específicos para la interacción planta-insecto (Pieterse y Dicke, 2007).

Algunos estudios referidos a los mecanismos de defensa de las plantas producidos durante la alimentación de diferentes hemípteros fueron realizados en cultivares comerciales de tomate, y sugieren que el gen *Mí* está implicado en la resistencia al nemátodo (*Meloidogyne spp.*) y a los áfidos *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) y *Myzus persicae* (Sulzer) (Goggin *et al.*, 2001), también podría conferir cierto nivel de resistencia a *Bemisia tabaci* (Kaloshian y Walling, 2005; Nombela *et al.*, 2003). Durante la infestación con la mosca blanca *B. tabaci* en *Arabidopsis thaliana*, se observó los ARNs correspondientes a genes activados por el AJ y ET fueron reprimidos o no modulados. Algunos de estos transcritos provocaron una modificación del desarrollo ninfal de la mosca blanca retrasándolo (Zarate *et al.*, 2007). Algunos autores han demostrado que las

aplicaciones exógenas con AJ activan las defensas en la planta, por lo que se reduce el daño al tejido provocado por la mosca blanca *B. tabaco* (Zarate *et al.*, 2007).

Durante todo el proceso de producción existe una serie de actividades desde el momento que los tomates salen del invernáculo hasta llegar al consumidor, como la cosecha, empaque, transporte y almacenamiento. Las Buenas Prácticas Agrícolas durante todo el proceso mencionado reducirían muchos posibles riesgos a la salud y al ambiente (Argerich *et al.*, 2011). Durante el actual manejo del cultivo de tomate en el cinturón hortícola, se utilizan distintas estrategias para el control de mosca blanca, como ser, uso de trampas adhesivas de color amarillo, ventilación del invernadero, eliminación manual de las ninfas, promoción de las poblaciones de enemigos naturales, aplicación de insecticidas solo de productos registrados y rotación de los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia, entre otros (Argerich *et al.*, 2011). Sin embargo, el control químico es el más difundido, solo resuelve los problemas sanitarios a corto plazo, por ser una técnica de rápida acción (Argerich *et al.*, 2011). Dado los problemas ambientales, es necesario reducir el consumo de plaguicidas químicos, y seguir profundizando el estudio de estrategias para el control de plagas enmarcadas dentro de una agricultura sustentable, en este sentido, las defensas inducidas mediadas o elicidadas por las hormonas vegetales podrían ser una herramienta alternativa para el control de la mosca blanca, por lo que se propone abordar los primeros estudios en esta temática, que permitirán aportar al estado de conocimiento actual.

## 1.8. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación exógena de fitohormonas sobre el control de moscas blancas y el rendimiento o productividad del cultivo de tomate.

### 1.8.1. Objetivos específicos

1. Evaluar la antixenosis o no preferencia inducida en distintos cultivares de tomate mediante el uso de aplicaciones exógenas con fitohormonas.
2. Evaluar el efecto de la aplicación de la fitohormona ácido abscísico sobre el control de moscas blancas en el cultivo de tomate en invernáculo.
3. Evaluar el efecto de aplicaciones exógenas de fitohormonas sobre el crecimiento y desarrollo en plántula de tomate bajo condiciones de laboratorio y en invernáculo.

4. Evaluar la productividad o rendimiento del cultivar Elpida con aplicación exógena de la fitohormona ácido abscísico en invernáculo.

#### 1.9. Hipótesis

1. Las aplicaciones exógenas con fitohormonas reducen la infestación de mosca blanca en plantas de tomate.
2. Las aplicaciones exógenas con fitohormonas no afectan el crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate, ni el rendimiento o productividad del cultivo.

## **2. EVALUACIÓN DE LA ANTIXENOSIS EN DISTINTOS CULTIVARES DE TOMATE**

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Localización

Los ensayos de antixenosis fueron realizados en las instalaciones del Centro de Investigación en Sanidad Vegetal (CISaV) de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP en la Ciudad de la Plata (Latitud: 34°58'Sur, Longitud: 57°54'Oeste).

### 2.2. Material Vegetal

Se utilizaron plántulas de tomate de tres híbridos Elpida, Yigido y Etereí suministradas por la cátedra de Climatología y Fenología Agrícola de la FCAYF, UNLP provenientes de la plantinera Tecnoflor.

### 2.3. Fitohormonas empleadas

Se utilizaron las siguientes fitohormonas sintéticas: ABA, AJ, AS y Gib realizando diluciones para cada una de ellas:  $1 \times 10^{-5}$  M en 100 ml de agua destilada. Estas concentraciones fueron elegidas en base a los protocolos que viene desarrollando el grupo de investigación dirigido por la Dra. Castro, A.M. durante más de 15 años de trabajo. Se utilizaron las mismas concentraciones dado que fueron probadas satisfactoriamente para inducir respuesta de defensa a pulgones y a patógenos en cultivares de trigo, cebada, y avena (Castro *et al.*, 1996; 1998; 1999; 2008; Ricci, 2012; Saldúa, 2013; Saldúa y Castro 2011; Tacaliti, 2017; Tocho *et al.*, 2012 a y b; Tocho, 2010).

### 2.4. Cría de mosca blanca

La población inicial de mosca blanca fue recolectada en invernáculos del cinturón hortícola del gran La Plata, obteniendo una buena cantidad de hojas con ninfas con el fin de que emerjan adultos durante un lapso corto de tiempo. Se trabajó con la especie *T. vaporariorum*, dado que es la más abundante en la zona. Las medidas de la cámara de cría fueron de 90 cm de alto por 70 cm de ancho, por 30 cm de profundidad. Se cubrió los laterales con una malla de voile y en el frente del mismo se adhirió a la tela un abrojo para facilitar la manipulación y observación. Dentro de esta se colocaron dos tubos fluorescentes marca Philips TLD de 18w, con 12:12 luz – oscuridad, la temperatura se mantuvo a 25 ° C ( $\pm$ ) 1° C. Las moscas blancas fueron criadas en plantines de tomate Cherry de 25 días de edad en macetas de 4 litros (Figura 5).



Figura 5. Cría y Multiplicación de moscas blancas A vista frontal y B vista lateral

## 2.5. Evaluación de la resistencia antixenótica constitutiva

La identificación de materiales portadores de antixenosis constitutiva se llevó a cabo en un insectario bajo condiciones controladas y consistió en el recuento del número de insectos encontrados por planta en un diseño de libre selección del hospedero. Este diseño se adaptó del empleado en el grupo de Genética (UNLP) para evaluar la antixenosis a áfidos en distintos cereales, protocolo sobre el cual viene trabajando el grupo de genética (Castro *et al.*, 1996; 1998; 1999; 2008; Ricci, 2012; Saldúa, 2013; Saldúa y Castro 2011; Tacaliti, 2017; Tocho *et al.*, 2012 a y b; Tocho, 2010). Para poder adaptar el diseño se trabajó durante varios meses en los que se determinó el procedimiento o metodología de infestación de mosca blanca en tomate (Perello y Saldúa, 2017).

Se utilizaron tres variedades mencionadas: Elpida, Yigido y Etereí. Plántulas de cada cultivar se transplantaron a macetas individuales de plástico de 250 cc, con 3 perforaciones en su fondo, conteniendo tierra fértil comercial y rotuladas para mantener su individualidad (Figura 6). Se diagramo un diseño con forma circular, con una sola plántula de cada variedad de tomate por maceta. Con ayuda de pincel de cerdas finas y/o pinzas y de manera muy cuidadosa, se pasaron las moscas desde las macetas de cría, hasta el centro del círculo. De esta manera, se les permitió a las moscas blancas elegir la variedad preferida. La cantidad de insectos usados fue a razón de 10 moscas blancas por plántula total de 30 insectos por repetición. Todo el sistema fue encerrado en una jaula

transparente de plástico de 28 cm de alto y 26 cm de diámetro que evito la migración de los insectos (Figura 7). Transcurrido 4 días de infestación con mosca blanca, las jaulas se destaparon y se contó la cantidad de adultos de mosca blanca en cada plántula de tomate. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con 8 repeticiones (8 círculos). Los datos de la variable: Número de insecto/hoja fueron analizados con ANOVA de una vía y prueba de comparación de medias mediante Tukey, se utilizó el paquete estadístico del programa InfoStat 2014.

## 2.6. Evaluación de antixenosis inducida

Para evaluar el efecto individual de cada una de las fitohormonas en las tres variedades de tomate y evitar la contaminación por los volátiles emitidos por las plantas tratadas con las hormonas, los ensayos fueron conducidos de manera separada.

Los tratamientos fueron:

- 1) ABA: las plantas fueron asperjadas exógenamente con una dilución de  $1 \times 10^{-5}$  M de ABA
- 2) AJ: las plantas fueron asperjadas exógenamente con una dilución de  $1 \times 10^{-5}$  M de AJ.
- 3) AS: las plantas fueron asperjadas exógenamente con una dilución de  $1 \times 10^{-5}$  M de AS
- 4) Gib: las plantas fueron asperjadas exógenamente con una dilución de  $1 \times 10^{-5}$  M de ácido giberelico

La infestación con moscas blancas se realizó en las plántulas 24 h después de la aplicación exógena de cada tratamiento hormonal. Finalmente, se contabilizaron los adultos de *T. vaporariorum* en cada plántula después de 96 h desde la infestación con moscas blancas. Por cada hormona, se realizaron 8 repeticiones (círculos) independientes y simultáneos, se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con 8 repeticiones. Los datos de la variable: Número de insecto/hoja fueron analizados con ANOVA de una vía y pruebas de comparación de medias mediante Tukey, utilizando el paquete estadístico del programa InfoStat 2014.



Figura 6. Plántulas de cultivares de tomate.



Figura 7. Diseño de forma circular del ensayo de antixenosis.

## RESULTADOS

### 2.7.Resultados Evaluación de antixenosis constitutiva

Los resultados indicaron que no existe diferencias significativas en el número promedio de insectos entre los cultivares comerciales de tomate (Tabla 1 y gráfico 1).

Tabla1: Análisis de la varianza del número de moscas blancas por hoja, en los tres cultivares de tomate después de 96 hs de iniciado el ensayo de libre selección de hospedero

Fuente	GL	Cuadrado Medio	F value	p-valor
Cultivares	2	7.86	3.23	0.0597

Error	21	2.43		
-------	----	------	--	--

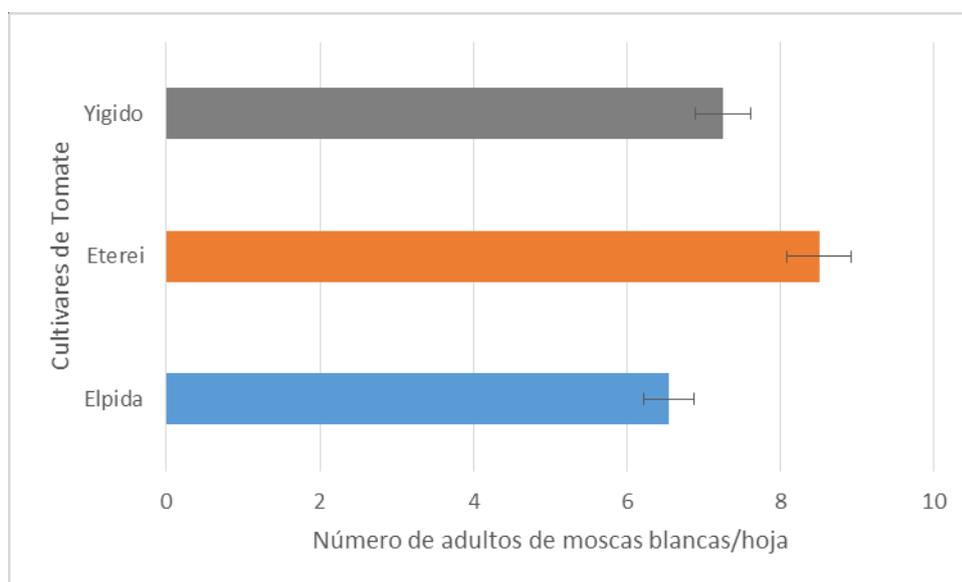


Gráfico 1. Número de adultos de moscas blancas por hoja en tres cultivares de tomate, indicativo de la antixenosis constitutiva (media  $\pm$  error estándar).

## 2.8. Resultados Evaluación de antixenosis inducida

Existieron diferencias significativas entre cultivares, altamente significativas entre tratamientos y en la interacción de ambos factores (Tabla 2). Estos resultados indicaron que cada hormona actuó de manera distinta sobre los diferentes cultivares empleados.

Tabla 2: Análisis de la varianza del número de adultos de moscas blancas por hoja, después de 96 hs de iniciado el ensayo de libre selección de hospedero, empleando tres cultivares de tomate tratados con diferentes fitohormonas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	594.58	11	54.05	40.09	<0.0001
Cultivar	19.52	2	9.76	7.24	0.0013
Tratamiento	135.58	3	45.19	33.52	<0.0001
Cultivar*Tratamiento	439.48	6	73.25	54.33	<0.0001
Error	113.25	84	1.35		
Total	707.83	95			

FV: Fuentes de variación; SC: Suma de Cuadrados; gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado Medio

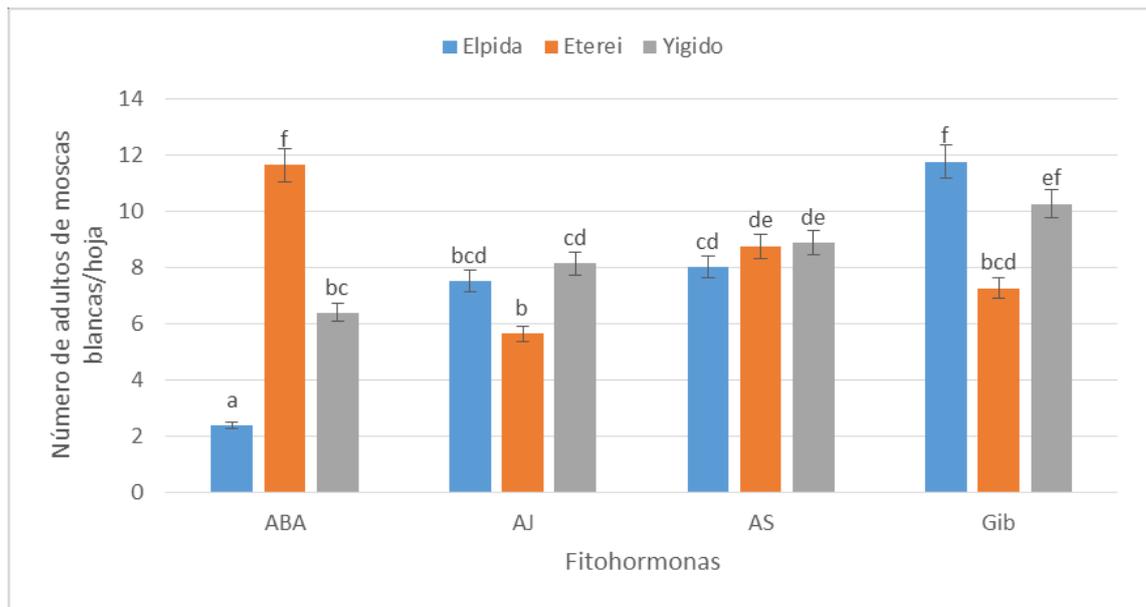


Gráfico 2. Número de adultos de moscas blancas por hoja en tres cultivares de tomate con tratamiento exógeno hormonal de hormonas ácido abscísico (ABA), ácido jasmónico (AJ), ácido salicílico (AS) y giberelinas (Gib) (media  $\pm$  error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

### Tratamiento de inducción de defensas con ABA

El cultivar Elpida presentó el menor número de adultos de moscas blancas (Gráfico 2) luego del tratamiento hormonal, indicando una inducción de resistencia antixenótica al comparar el valor medio de insectos en el mismo cultivar sin tratamiento hormonal (6 mosca blanca/planta) (Gráfico 1). Las diferencias en el número de adultos de mosca blanca en el cultivar Yígido tratado con ABA y de las plántulas sin tratamiento hormonal no fueron significativas. En cambio, el cultivar Etereí pre-tratado con ABA resultó con un nivel de insectos mayor al de las plántulas sin tratamiento hormonal (11.63 vs 8.58 moscas/pl) (Gráfico 1).

### Tratamiento de inducción de defensas con AJ

No se observaron diferencias significativas en el número medio de insectos entre los cultivares Etereí y Elpida tratados con la hormona AJ (Gráfico 2). Tampoco hubo diferencias entre el cultivar Elpida y Yígido. Por el contrario, Etereí resultó con un número de adultos de mosca blanca menor al registrado en Yígido (Gráfico 2). El número de insectos por plántula en los cultivares Elpida y Yígido, mostró valores similares a los determinados en sus plantas sin tratamiento hormonal (Gráfico 1). En cultivar Etereí

mostró una reducción en el número de adultos mosca blanca luego de la aplicación de AJ (Gráfico 2) en comparación con las plántulas sin tratamiento hormonal (Gráfico 1).

### **Tratamiento de inducción de defensas con AS**

No se observaron diferencias significativas en el número de adultos mosca blanca en las variedades tratadas con la hormona ácido salicílico (Gráfico 2). El análisis de la variación en el número de insectos por hoja en los tres cultivares de tomate tratados con AS no presentaron diferencias en comparación con las plántulas sin tratamiento hormonal (Gráfico 1).

### **Tratamiento de inducción de defensas con Giberelina**

El número de insectos entre los cultivares Yigido y Elpida mostró diferencias no significativas (Gráfico 2), que resultaron mayores al número de adultos de mosca blanca registrado en Etereí. El número de insectos por plántula en los cultivares tratados con la fitohormona Giberelina, mostró una variación fenotípica (Gráfico 2), similar a la evaluada en las plántulas sin tratamiento hormonal, indicando que esta hormona no ejercería ninguna inducción frente a mosca blanca, en el caso del cultivar Etereí. Por el contrario, el pre-tratamiento con Gib provocó un incremento significativo en el número de adultos de mosca blanca registrado en Elpida y Yigido, al compararlos con las plántulas sin tratamiento exógeno de fitohormonas (Gráfico 1).

## **DISCUSIÓN**

Algunos estudios muestran como las plantas logran activar las defensas inducidas mediante la aspersion exógena con fitohormonas desencadenando una serie de eventos que conducen a la activación de las defensas. Se podría considerar una cantidad menor en el número de moscas blancas luego de la aplicación con las fitohormonas en relación al control esto indicaría como aumenta el nivel de antixenosis. También los estudios en especies silvestres y variedades del género *Solanum* asociaron la presencia de tricomas glandulares con el efecto antibiótico y antixenótico inducido por los compuestos almacenados en estos, logrando identificar tricomas (IV y VI) que están involucrados en la resistencia a los insectos plaga (Álvarez, 2015; Álvarez *et al.*, 2009).

En el presente estudio se observó como distintos cultivares de tomate asperjados con las fitohormonas provocaron un cambio en la preferencia de los insectos adultos de moscas

blancas, en este sentido, el cultivar Elpida tratado con ABA y Etereí con AJ mostraron antixenosis inducida contra mosca blanca. Esto coincidiría con los estudios donde se evaluó el efecto de aplicaciones exógenas con las fitohormonas como una alternativa para el control de áfidos en cereales argentinos. Algunas variedades comerciales de trigo presentaron antixenosis inducidas mediadas por AS, o por AJ contra el áfido *Sipha maydis* (Saldua *et al.*, 2014; Saldua, 2013 a, b). En cebadas pre-comerciales se identificaron mecanismos inducibles de defensas mediadas por AS y AJ contra el pulgón verde de los cereales (Caridad *et al.*, 2017). Esto último, podría ser similar a lo encontrado en el presente estudio, dado que algunos cultivares resultaron tener distinto nivel de antixenosis entre los tratamientos con fitohormonas en relación al control.

También en el presente ensayo, se encontró como el cultivar Etereí con la aplicación de AJ redujo el número de mosca blanca en relación a las plantas control, esto podría estar asociado al hecho que el AJ está relacionado a la inducción de la síntesis de múltiples compuestos repelentes. Los primeros reportes realizados por Farmer, Ryan (1990; 1992) sobre los mecanismos de defensas inducidos se utilizaron hormonas como el ácido Jasmónico (AJ) y el jasmonato de metilo. Estos autores, demostraron que se activan genes inhibidores de proteinasas que dificultan la digestión del insecto actuando como fago repelentes. Otros investigadores, como Wang *et al.*, (2013), también indicaron que tanto el AJ como el Etileno se asociaron con las defensas a patógenos necrótrofos y a insectos. Diversos trabajos han demostrado como la concentración de AJ se incrementa en forma local como respuesta a la infección, infestación o daño mecánico y por la aplicación exógena de AJ se induce la expresión de genes relacionados con las defensas (Kumar, 2013). La aplicación foliar de ácido jasmónico y del ME-AJ en varias plantas como tabaco y tomate (Thaler *et al.*, 2001), lechuga, algodón (Omer *et al.*, 2001) y papa (Halim *et al.*, 2006) estimuló la resistencia directa contra insectos plaga (Stout *et al.*, 2002)

Es interesante resaltar como el cv Etereí podría tener un cierto nivel de antixenosis manifestada en el control que sería inhibido al aplicar ABA, al evaluar el número de moscas blancas después de tratar este cultivar por separado con ácido salicílico y ácido jasmónico, la antixenosis mejoro. En la interacción entre las vías metabólicas de AJ y ABA se han mostrado efectos antagónicos como sinérgicos. En *Arabidopsis* concentraciones elevadas de ácido abscísico disminuyeron los niveles de transcripción de los genes de defensa al AJ y ET, los mutantes de las plantas de *Arabidopsis* deficientes

en ABA mostraron un aumento de los genes de defensa (Anderson *et al.*, 2004). En estudios del análisis de transcriptomas y fitohormonas como JA-Me y ABA en la síntesis de S-RNasa en la autoincompatibilidad de plantas de Pera (*Pyrus bretschneideri* Rehd) se mostró que el jasmonato de metilo y el ácido abscísico pueden mejorar la expresión de S-RNasa (Shi *et al.*, 2017). Una de las posibles explicaciones para esta interacción hormonal es como el AJ es apto para estimular la biosíntesis del ácido abscísico, lo que significa que el AJ podría utilizar al ABA como intermediario (Creelman *et al.*, 1992). Algunos estudios indican como la hormona AS tiene una participación en la resistencia sistémica adquirida (SAR), elicitando las defensas frente al ataque de organismos patógenos (Santner y Estelle, 2009). Sin embargo, las aspersiones con AS en las variedades de tomate probadas en este estudio no provocaron ninguna variación significativa en el número de moscas blancas, hecho que indicaría como en los cultivares de tomate evaluados no existieron vías de inducción de antixenosis por la ruta del AS.

**3. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LAS  
FITOHORMONAS EN EL CRECIMIENTO  
Y DESARROLLO DE PLÁNTULA DE  
TOMATE**

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Localización

Los ensayos de la evaluación del efecto de las fitohormonas sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate fueron realizados en las instalaciones del Centro de Investigación en Sanidad Vegetal (CISaV) de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP en la Ciudad de la Plata (Latitud: 34°58'Sur, Longitud: 57°54'Oeste).

### 3.2. Material Vegetal

Se utilizaron plántulas de tomate de tres híbridos Elpida, Yigido y Etereí suministradas por la cátedra de Climatología y Fenología Agrícola de la FCAYF, UNLP provenientes de la plantinera Tecnoflor.

### 3.3. Fitohormonas empleadas

Se utilizaron las siguientes fitohormonas sintéticas: ABA, AJ, AS y Gib, realizando diluciones para cada una de ellas:  $1 \times 10^{-5}$  M en 100 ml de agua destilada.

### 3.4. Desarrollo del ensayo

Con el propósito de evaluar si la aplicación de fitohormonas afecta el crecimiento de las plántulas de los cultivares Elpida, Yígido y Etereí, se midieron parámetros fisiológicos como la altura, el diámetro del tallo, número de hojas y el índice de verdor. Para ello, se emplearon plántulas al estado de dos hojas verdaderas, el ensayo se finalizó cuando los cultivares alcanzaron las cuatro hojas desarrolladas.

Las plántulas de cada cultivar se trasplantaron a macetas individuales de plástico de 250 cc, conteniendo tierra fértil comercial y rotuladas para mantener su individualidad. Al estado de dos hojas verdaderas se inició el ensayo y se midieron para cada uno de los 3 cultivares las siguientes variables:

- Altura de la plántula: por medición directa con regla milimetrada, desde el cuello de la plántula hasta el ápice (Figura 8).
- Diámetro del tallo: con calibre electrónico a nivel del cuello de la plántula (Figura 9).
- Número de hojas: se registró el número de hojas entre el cuello de la plántula hasta contabilizar la cuarta hoja.

- Índice de verdor: se cuantificó el contenido de clorofila total, medido en unidades SPAD, mediante el uso de un medidor portátil de clorofila (SPAD 505, Minolta Co. Ltd.). Los valores de SPAD considerados se corresponden a un promedio de dos mediciones realizadas entre el ápice y la base de la segunda hoja expandida (Figura 10).

Se plantearon cinco tratamientos para cada una de las variables antes mencionadas para cada una de las tres variedades de tomate:

- 1) tratamiento Control: las plantas fueron asperjadas con agua y tween 20.
- 2) tratamiento con ABA: las plantas fueron asperjadas con una dilución de  $1 \times 10^{-5} \text{M}$  de ABA.
- 3) tratamiento con AJ: las plantas fueron asperjadas con una dilución de  $1 \times 10^{-5} \text{M}$  de AJ.
- 4) tratamiento con AS: las plantas fueron asperjadas con una dilución de  $1 \times 10^{-5} \text{M}$  de AS.
- 5) tratamiento con Gib: las plantas fueron asperjadas con una dilución de  $1 \times 10^{-5} \text{M}$  de ácido giberélico.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con 8 repeticiones para cada uno de las variables medidas. Los datos de las cuatro variables fueron analizados con ANOVA factorial y las pruebas de comparación de medias mediante Tukey, utilizando el paquete estadístico del programa InfoStat 2014.



Figura 8. Medición de Altura de la plántula.



Figura 9. Medición del Diámetro del tallo de la plántula.



Figura 10. Medición del contenido de clorofila (unidades SPAD)

## RESULTADOS

### 3.5. Altura

#### 3.5.1. Evaluación de la altura con diferentes tratamientos exógenos con y sin hormonas.

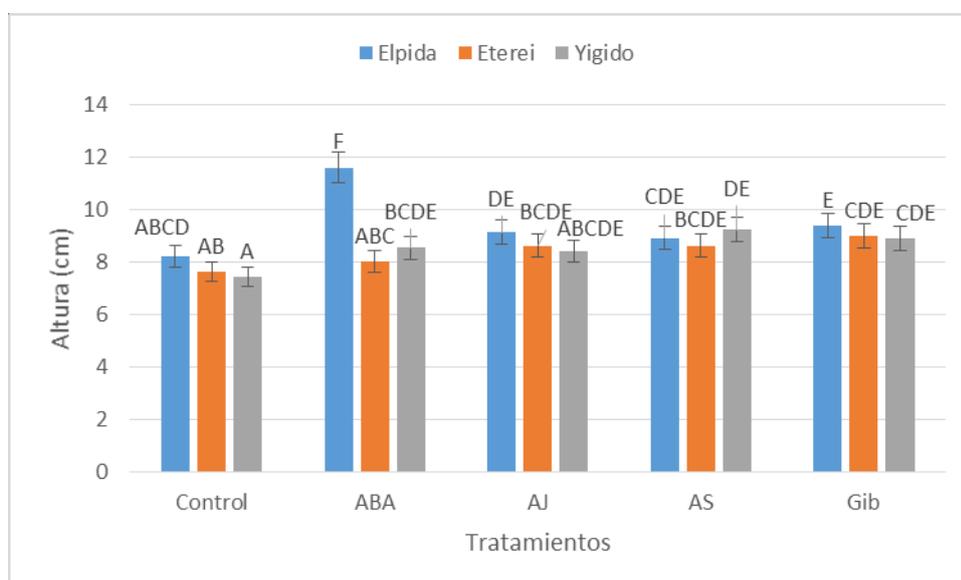
Se observaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.0001$ ) en la altura de plántulas entre cultivares de tomate, entre tratamientos y en la interacción (Tabla 3).

**Tabla 3:** Análisis en la varianza de la altura de los tres cultivares de tomate con y sin tratamiento exógeno de fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib).

Fuente	GL	Cuadrado Medio	F value	p-valor
Tratamiento	4	9.12	26.48	<0.0001
Cultivares	2	13.87	40.27	<0.0001
Trat *Cultivo	8	5.02	14.58	<0.0001
Error	105	0.34		

Los mayores valores de altura se observaron en el cultivar Elpida pre-tratado con ABA y Gib a diferencia del control (Gráfico 3), que no se diferencian de las plántulas del cultivar Yígido cuando se asperjado con AJ y AS, ni de las del cultivar Etereí tratadas con AS y Gib.

Por otro lado, es interesante señalar que el AS no afectó la altura del cultivar Elpida (Gráfico 3). En tanto ABA no alteró la altura de los cultivares Yígido y Etereí, el AJ no actuó sobre la altura de Etereí y el ácido Gib tampoco tuvo efecto sobre Yígido en comparación con las plantas control.



**Gráfico 3.** Altura de tres cultivares de tomate con tratamiento exógeno de fitohormonas ABA, AJ, AS y Gib y el control sin tratamiento de fitohormona (media ± error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

### 3.6. Diámetro

### 3.6.1. Evaluación del diámetro del tallo en plántulas con y sin aplicación exógena de hormonas

Se observaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.0001$ ) en el diámetro del tallo entre tratamientos hormonales y el tratamiento control, y la interacción entre los diferentes tratamientos y cultivares (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de la varianza del diámetro de las plántulas de los tres cultivares de tomate con y sin tratamiento exógeno de fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib) al estado de cuatro hojas definitivas.

Fuente	GL	Cuadrado Medio	F value	p-valor
Tratamiento	4	0.01	31.86	<0.0001
Cultivares	2	3.0E-03	11.48	<0.0001
Trata*Cultivo	8	0.01	23.87	<0.0001
Error	105	2.6E-04		

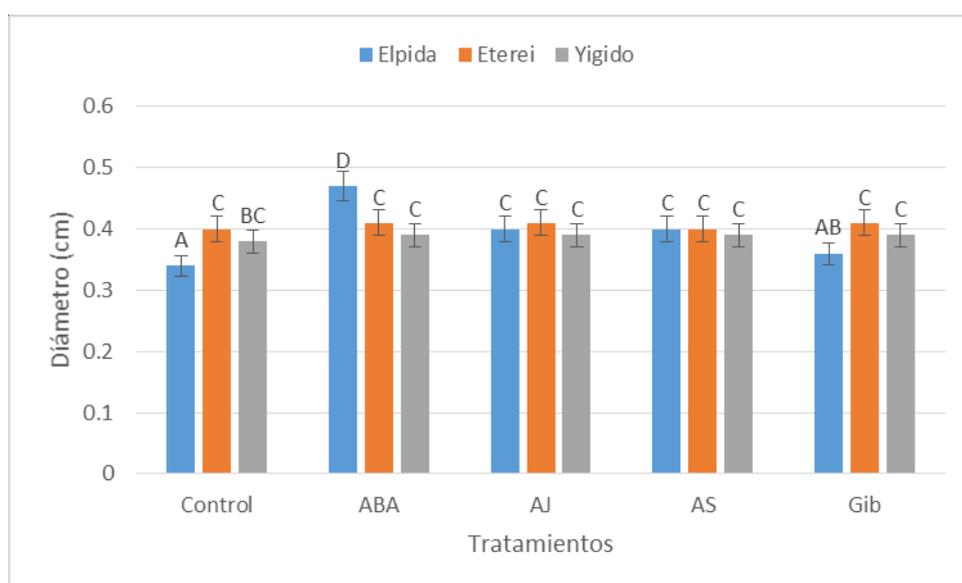


Gráfico 4. Diámetro de plántulas en tres cultivares de tomate con aplicación exógena de las fitohormonas ABA, AJ, AS y Gib y el control sin tratamiento de hormonas al estado de 4 hojas definitivas (media  $\pm$  error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

Los mayores valores de diámetros se encontraron en plantas del cultivar Elpida tratadas con aplicación exógena de la fitohormona ABA, que respondió a todos los tratamientos hormonales excepto con Gib que mostró estadísticamente un crecimiento similar con las plantas testigo, y se diferenció significativamente de los otros dos cultivares que fueron asperjados con los diferentes tratamientos (Gráfico 4).

### 3.7.Hojas

#### 3.7.1. Evaluación del número de hojas en plántulas con y sin aplicación exógena de hormonas

Se observaron diferencias altamente significativas en el número de hojas en las plantas entre cultivares ( $P \leq 0.0001$ ), siendo significativas las diferencias entre tratamientos y en la interacción ( $P > 0.05$ ) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Análisis de la varianza del número de hojas de las plántulas de los tres cultivares de tomate con y sin tratamiento exógeno de fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib) al estado de cuatro hojas definitivas.

Fuente	GL	Cuadrado Medio	F value	p-valor
Tratamiento	4	0.52	7.05	0.0161
Cultivares	2	0.32	4.30	<0.0001
Trata*Cultivo	8	0.31	4.26	0.0002
Error	105	0.07		

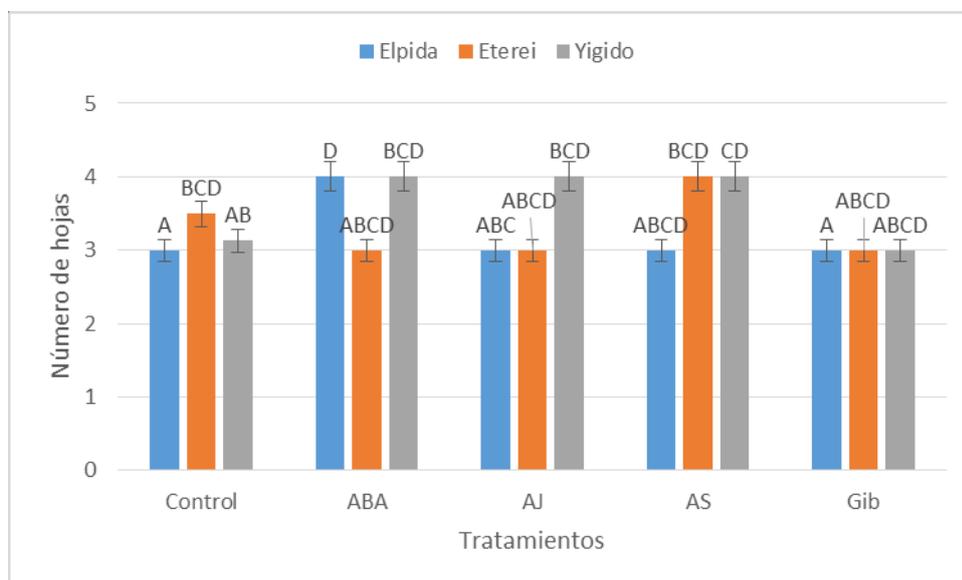


Gráfico 5. Número de hojas en tres cultivares de tomate con aplicación exógena de las fitohormonas ABA, AJ, AS y Gib al estado de 4 hojas definitivas (media  $\pm$  error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

El tratamiento ABA indujo diferencias significativas entre Elpida y Yigido, el Eterei y Elpida obtuvieron un número significativamente menor de hojas que Yigido bajo tratamiento exógeno de AJ, Gib, ABA y control. En cambio, Yígido presentó similar

número de hojas que Etereí en el tratamiento con AS, excepto cuando fue asperjado con Gib y agua + tween 20 que resultaron similar los tres cultivares (Gráfico 5).

### 3.8.SPAD (índice de verdor)

#### 3.8.1. Evaluación de SPAD en plántulas con y sin aplicación exógena de hormonas

La aplicación exógena de las hormonas indujo diferencias significativas entre los tres cultivares de tomate en el contenido de clorofila en las hojas (Tabla 6), el efecto entre los diferentes tratamientos y la interacción fueron significativas ( $P \leq 0.05$ ).

Tabla 6. Análisis de la varianza del índice de verdor de las plántulas de los tres cultivares de tomate con y sin tratamiento exógeno de fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib) al estado de cuatro hojas definitivas;

Fuente	GL	Cuadrado Medio	F	p-valor
Tratamientos	4	43.53	4.33	0.0028
Cultivares	2	197.32	19.65	<0.0001
Trata*Cultivo	8	32.55	3.24	0.0025
Error	105	10.04		

El contenido de clorofila de Elpida fue superior al de sus testigos en las plantas tratadas con ABA (Gráfico 6), en el caso de Etereí los mayores valores se encontraron luego del tratamiento con AS, que se diferenció del tratamiento con Gib en ese cultivar. No hubo diferencias significativas entre tratamientos para Elpida. El cultivar Yígido no mostró valores superiores a sus testigos después de los tratamientos con hormonas.

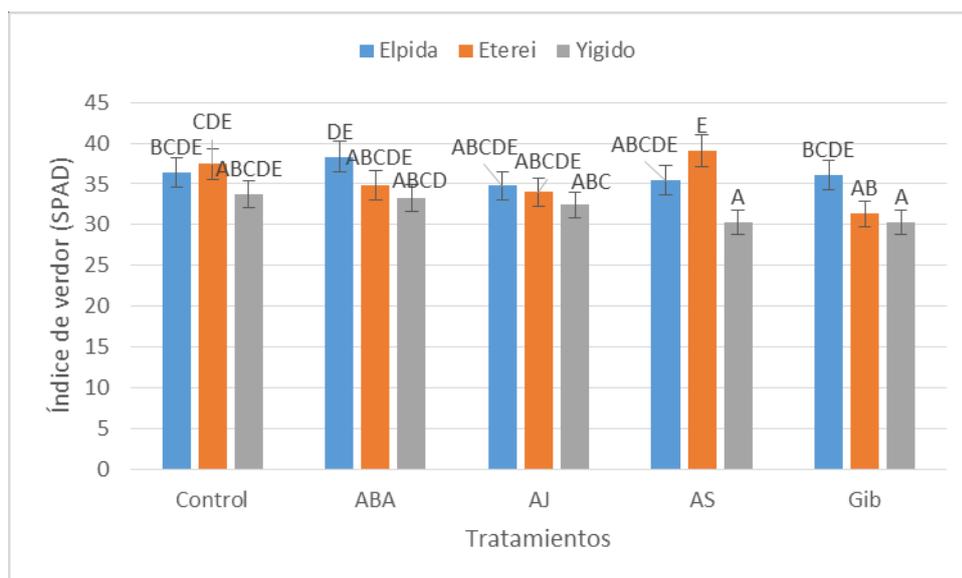


Gráfico 6. Índice de verdor en tres cultivares de tomate con aplicación exógena de las hormonas ABA, AJ, AS y Gib y el control sin tratamiento de fitohormonas al estado de 4 hojas definitivas (media  $\pm$  error estándar). Medias que no comparten letras iguales presentan diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

## DISCUSIÓN

Los valores promedios de crecimiento en los tres cultivares de tomate presentaron diferencias significativas luego de las distintas aplicaciones exógenas de las fitohormonas, en comparación con las plántulas control. Dado que el ácido abscísico, jasmónico, salicílico y giberelinas están vinculados a la regulación del desarrollo fisiológico de las plantas (Santner *et al.* 2009; Wolters y Jurgens, 2009) estas hormonas han provocado cambios en los parámetros de crecimiento de los tres cultivares de manera diferencial.

Cualquier estrés generado por un factor ambiental puede reducir o detener el desarrollo de los parámetros fisiológicos en las plantas que puede medirse a través de su crecimiento (Lambers *et al.*, 1998; Taiz y Zeiger, 2006). En diversos estudios se ha determinado como la fitohormona ácido abscísico mejora el crecimiento morfológico en plantas de Pimiento, Tomate y Alcachofa (Shinohara y Leskovar, 2014; Florido Bacallo y Bao Fundora, 2014; Leskovar *et al.*, 2008). Así mismo estos estudios muestran diferencias significativas en el crecimiento en altura y diámetro de las plantas con tratamiento exógeno de ABA en comparación con las plantas tratadas con y sin las fitohormonas AS, AJ y Gib.

Las plantas del cultivar Elpida tratadas con la fitohormona ácido jasmónico (AJ) en la variable de altura mostraron menor crecimiento en comparación con las plántulas que recibieron aplicaciones exógenas con la hormona ácido abscísico. Así mismo el cultivar Elpida tratado con AJ mostró menor cantidad de hojas a diferencia de las plantas tratadas con ABA. Este estudio muestra como el AJ actúa de manera negativa en procesos fisiológicos de la planta especialmente en el crecimiento y desarrollo de la misma (Wilfried, 1992).

El AS se destaca en la participación en respuesta a estrés abiótico, ayudando a la planta a tener un desarrollo normal (Umebese *et al.*, 2009; Idrees *et al.*, 2011; Pál *et al.*, 2013). Estudio realizado en plantas de Tomate Yigido injertadas sobre pie Beaufort, estas plantas al momento de su transplante fueron inoculadas con y sin AS conducidas a dos y cuatro ramas, el crecimiento no mostró diferencias significativas entre tratamientos (Pérsico, 2016). El uso del ácido salicílico como aplicación foliar en el pre y pos transplante de poblaciones nativas de tomate mostró respuestas positivas a los tratamientos con AS en las variables estudiadas de crecimiento en altura, diámetro del tallo y número de hojas (Poot-Poot *et al.*, 2018). Los resultados de este experimento expuestos en el gráfico 4 muestran un crecimiento de diámetro similar entre las plantas de los cultivares Elpida, Etereí y Yigido con tratamiento foliar de ácido salicílico. Estudio realizado en cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) muestra como la aplicación de AS en el crecimiento inicial de la plántula Provocó un desequilibrio hormonal que resultó como efecto negativo en el desarrollo celular (Rodríguez-Larramendi *et al.*, 2017). En este ensayo las plántulas tratadas exógenamente con la hormona ácido salicílico mostraron un número de hojas sin diferencias significativas entre cultivares Etereí y Yigido, a excepción de las plántulas del cultivar Elpida que presento menor número de hojas. Los resultados del parámetro índice de verdor de los cultivares Etereí y Elpida mostraron mayor contenido de clorofila respecto al cultivar Yigido ambos cultivares con tratamiento foliar de AS. La influencia del AS con este parámetro coincide con lo descrito por Popova *et al.*, (2003); Singh y Usha (2003), quienes observaron aquellas plantas asperjadas con ácido salicílico que mostraron un mayor contenido de clorofila en comparación al control.

La hormona giberelina actúa de manera antagónica con otras, en situaciones adversas, favoreciendo al control del crecimiento y desarrollo de las plantas (Hojin y Yong, 2015). En cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.) la aplicación de giberelinas aumento la longitud

de la planta (Cantaro Segura, 2019). El tratamiento exógeno de giberelinas en plantas de pimiento paprika mostró medias similares estadísticamente para la variable altura de planta (Valerio Santillana, 2016). En plantas (Vitroplantas) de Piña (*Ananas comosus* Var. *Comosus*) el empleo de productos como ácido giberélico para inducir respuestas favorables sobre las variables morfológicas de la planta, mostró mayores valores en los parámetros evaluados de altura, número de hojas, diámetro de la base, largo de la hoja, ancho de la hoja, excepto en el número de raíces (Rodríguez Sánchez *et al.*, 2018). Los análisis en los cultivares como Elpida y Etereí mostró incrementos significativos en las variables de altura y diámetro por la acción de Gib.

**4. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE LA FITOHORMONA ÁCIDO ABSCÍSICO SOBRE EL CONTROL DE MOSCA BLANCA DEL CULTIVAR ELPIDA Y SU PRODUCTIVIDAD O RENDIMIENTO EN INVERNÁCULO**

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Evaluación del efecto de aplicaciones exógenas con fitohormona sobre control de mosca blanca y productividad o rendimiento de tomate en invernáculo.

La evaluación del efecto de aplicaciones exógenas con ABA sobre el control del número de mosca blanca y la productividad o rendimiento de la variedad Elpida, se realizó en un invernáculo metálico parabólico de 24 m x 40 m (Figura 11), cuya estructura está formada por 3 naves cubiertas con polietileno ubicado en la Estación Experimental Ing. Julio Hirschhorn perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

Los plantines provistos por una empresa comercial de la zona del gran La Plata se transplantaron a un suelo biofumigado con crucíferas en una dosis de 5 kg por metro cuadrado previamente cubierto con mulching negro. Las plantas fueron conducidas a una rama, y sembradas con una distancia de 25 cm entre cada una en cada lomo. La forma de conducción del cultivo de tomate fue la que se utiliza en las producciones comerciales de la zona.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 16 repeticiones en total en dos surcos (8 repeticiones testigos y 8 repeticiones con tratamiento hormonal) cada repetición estuvo constituida por 5 plantas, separados por barreras de 5 plantas entre ellos (Figura 12).

Para evaluar el efecto de aplicaciones exógenas con ABA sobre el control del número de mosca blanca en la variedad Elpida, se midieron dos variables:

1) número de adulto de mosca blanca por hoja: el monitoreo de mosca blanca se realizó por observación directa semanalmente sobre 3 plantas por cada tratamiento, se observaron las 2 primeras hojas totalmente expandidas

2) número de ninfa mosca blanca por foliolo: el monitoreo del número de individuos en estado ninfal de mosca blanca se realizó por observación directa semanalmente sobre el envés de 3 foliolos por planta en cada tratamiento, elegidos al azar, aproximadamente del mismo tamaño, a partir de la 5ta o 6ta hojas contadas desde el ápice de la planta

La frecuencia de las aplicaciones exógenas de fitohormona se realizó en base a los resultados del monitoreo del cultivo, aplicando cuando el número de moscas blancas supero el nivel máximo de tolerancia (NMT). El NMT entendido como el máximo nivel de daño que tolera el cultivo de tomate sin manifestar una pérdida de rendimiento. Los valores de NMT, establecidos en la bibliografía consultada fue de: 8 ninfas de mosca por

foliolo y 10 adultos de mosca blanca por hoja (Argerich *et al.*, 2011; Polack y Mitidieri, 2005).

Para analizar la productividad o rendimiento total de la variedad Elpida se realizaron cosechas durante el ciclo del cultivo, para ello, se cosecharon y pesaron los frutos según las siguientes categorías:

La cosecha se realizó por racimos (Figura 13), computando el rendimiento total y por categorías, según el peso de los frutos:

- 1° categoría: frutos de más de 0,150 kg
- 2° categoría: frutos de 0,100 a 0,149 kg
- 3° categoría: frutos de peso inferior a 0,99 kg

Se plantearon dos tratamientos para todas las variables mencionadas en este ensayo. Los tratamientos fueron:

**1) T:** testigo, plantas sin aplicación de fitohormona

**2) Tratamiento ABA:** plantas tratadas con aplicación de una sola fitohormona mediante aspersion hasta chorreo en una concentración de  $1 \times 10^{-5}$  M en 100 ml de agua destilada.

Las variables: número de mosca blanca adulto por hoja y número de ninfa por foliolo se analizaron mediante la prueba de test de Kruskal Wallis, la variable de productividad de tomate fueron analizadas mediante ANOVA, para las pruebas de comparación de medias se utilizó el test de Tukey, para todos los análisis se uso el programa estadístico InfoStat 2014



Figura 11. Invernáculo metálico parabólico. Estación Experimental Ing. Julio Hirschhorn

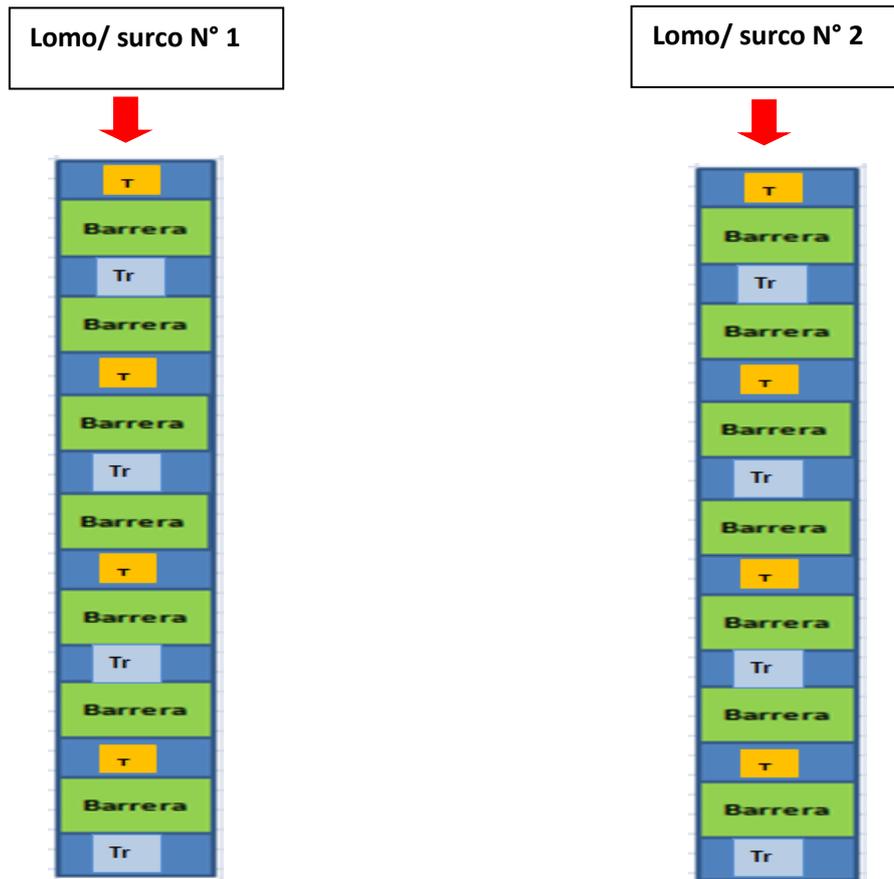


Figura 12. Diseño del ensayo en invernadero. T testigo sin hormona y Tr: con tratamiento ABA.



Figura 13. Racimo de frutos de tomate para cosecha

## RESULTADOS

### 4.2.-Número de adultos de moscas blancas *Trialeurodes vaporariorum*

El análisis del número de adultos de mosca blanca por hoja de tomate en la interacción entre fechas y tratamientos mostró diferencias significativas. En las primeras fechas de muestreo, el número promedio de adultos *T. vaporariorum* por hoja estuvo por debajo de 35. Posteriormente, en el testigo se visualizó un aumento de la población promedio de adultos, registrándose tres niveles en las fechas de muestreo 12-feb (87 adultos/hoja), 06-mar (162.50 adultos/hoja) y 15-mar (171.25 adultos/hoja) (Gráfico 7). En las plantas tratadas con ABA los promedios del número de adultos de mosca blanca por hoja fueron significativamente menores en todas las fechas de monitoreo a excepción del 13 de abril, lo que indicaría una inducción de resistencia antixenótica, respecto al testigo. La prueba de Kruskal Wallis confirmó las diferencias (Tabla 7).

Tabla 7. Análisis de la varianza no paramétrica del número en adultos de moscas blancas por hojas/planta, empleando el cultivar Elpida con tratamiento exógeno con y sin hormona.

Variable	Trat	N	Medias	Medianas	gl	H	p
Adulto Tv	T	88	4.14	4.00	1	42.51	<0.0001
Adulto Tv	ABA	88	2.57	2.00			

ABA: ácido abscísico; T: Testigo; Trat: Tratamiento

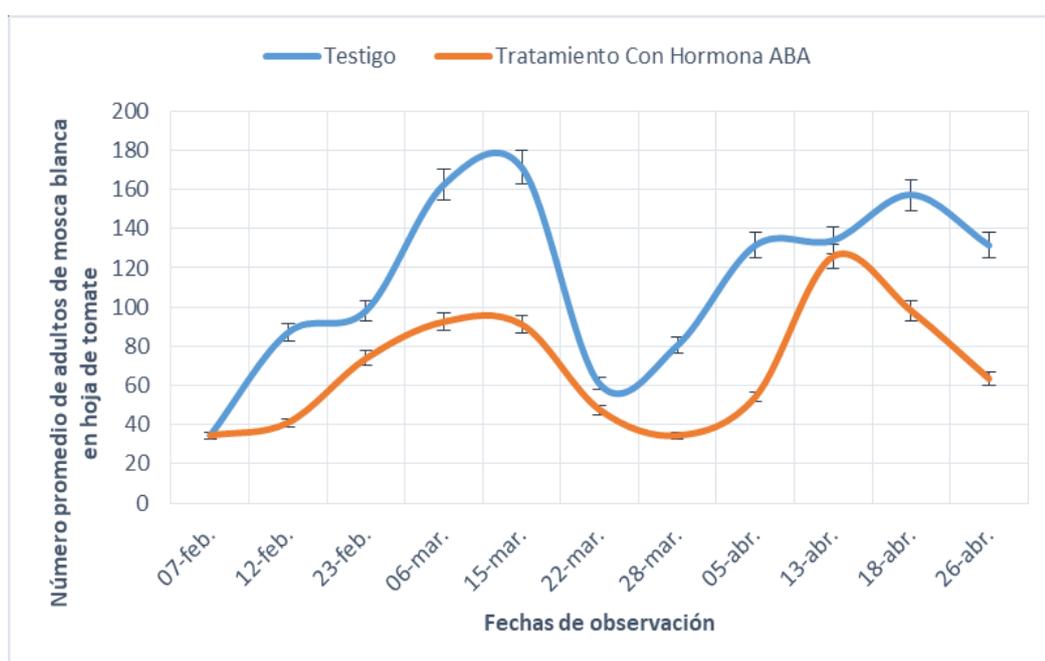


Gráfico 7. Número de adultos de mosca blanca por hojas de plantas de tomate del cultivar Elpida con tratamiento exógeno con ABA y testigos (sin hormona) (media  $\pm$  error estándar).

#### 4.3. Número de ninfas de moscas blancas de *Trialeurodes vaporariorum*

El número de ninfas de mosca blanca por foliolo registrado en foliolo de tomate, difirió en forma significativa entre el tratamiento testigo respecto del ABA en la mayoría de las fechas de observación. En las plantas testigo el número promedio de ninfas mostró una evolución similar a la de los adultos (Gráfico 7). Se observaron dos picos en las plantas testigo en las fechas de muestreo 06-mar (147.75 ninfas/foliolo) y 13-abr (159.94 ninfas/foliolo). En esas fechas el promedio de ninfas resultó significativamente mayor que el promedio registrado en las plantas tratadas con ácido abscísico (Gráfico 8).

Tabla 8. Análisis de la varianza no paramétrica del número de ninfas de mosca blanca encontradas por foliolo, empleando el cultivar Elpida con y sin tratamiento exógeno de hormona ABA, en un período de once semanas de monitoreo.

Variable	Trat	N	Medias	Medianas	gl	H	p
Ninfa Tv	T	88	3.52	7.00	1	7.97	0.0042
Ninfa Tv	ABA	88	3.06	6.00			

ABA: ácido abscísico; T: Testigo; Trat: Tratamiento

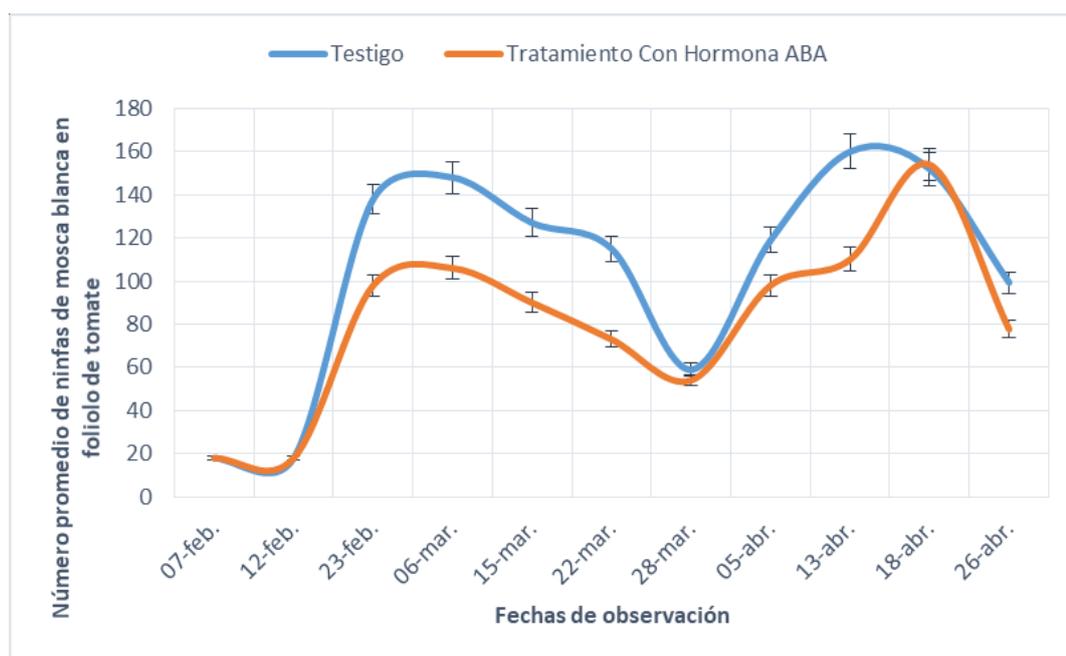


Gráfico 8. Número de ninfas de mosca blanca por foliolo en plantas de tomate, tratadas con ABA y testigos (media  $\pm$  error estándar).

#### 4.4. Análisis de la productividad o rendimiento (kg/planta) del cultivar Elpida

Como se puede observar en la Tabla 9, no existieron diferencias significativas entre tratamientos con y sin aplicación exógena de la fitohormona ABA y en la interacción de ambos. Estos resultados indicarían que la hormona no tuvo un efecto significativo en la producción o rendimiento de frutos fresco del cultivar Elpida.

Las plantas testigo mostraron un promedio de 7.05 kg/planta en relación a las tratadas con la hormona ABA que presentaron un promedio de 7.87 kg/planta (Gráfico 9).

Tabla 9. Análisis de la varianza del rendimiento (kg/planta) del cultivar Elpida con tratamiento hormonal con ABA y testigos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	241.06	5	48.21	171.18	<0.0001
Tratamiento	0.45	1	0.45	1.59	0.2139
Categoría	239.84	2	119.92	425.78	<0.0001
Tratamiento*Categoría	0.78	2	0.39	1.38	0.2636
Error	11.83	42	0.28		
Total	252.89	47			

FV: Fuente variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados libertad, CM: Cuadrado medio

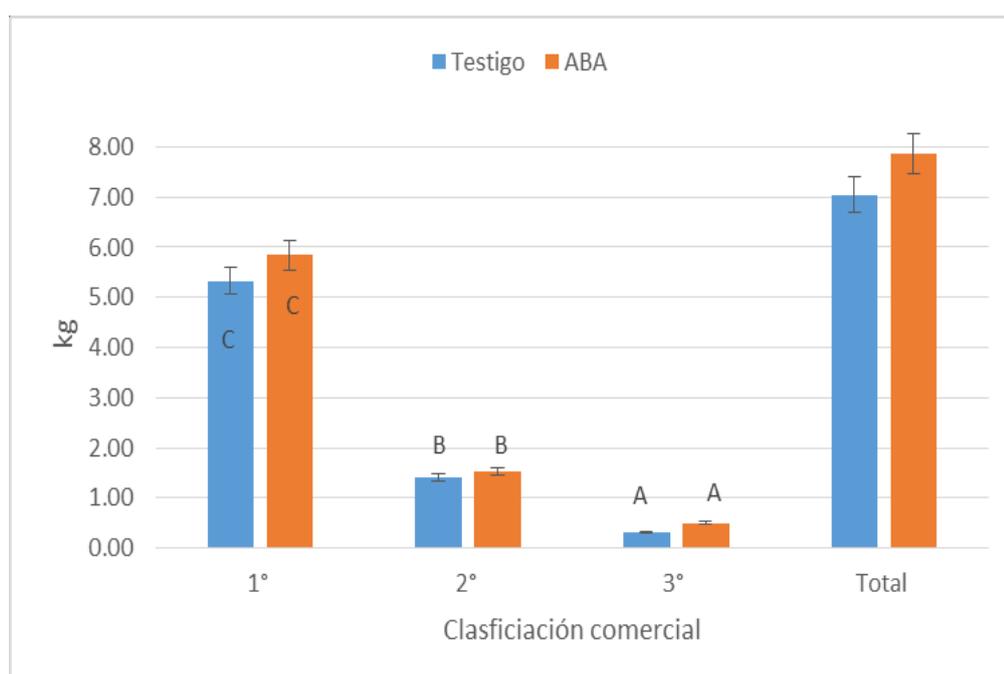


Gráfico 9. Rendimiento total y peso promedio de frutos de 1° (Primera), 2° (Segunda) y 3° (Tercera) categoría comercial (kg/planta) en tomate cv. Elpida. Medias que comparten letras iguales no presentan diferencias significativas (Tukey,  $P > 0.05$ )

## DISCUSIÓN

El presente ensayo se llevó a cabo en un período correspondido al ciclo del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado, dándole un manejo agronómico adecuado, sin tratamiento foliar de insecticida y fungicida.

En este estudio se evaluó el efecto de la aplicación exógena de la fitohormona ácido abscísico para el control de adultos y ninfas de mosca blanca durante varias fechas de observación en plantas con y sin tratamientos foliares de ABA. Se conoce evidencia de como las defensas inducidas ante el ataque de un microorganismo patógeno o insecto herbívoro son reguladas por una red interconectada de vías de señalización, donde se encuentran las moléculas ABA y AJ en forma conjunta y en relación con el ET (Etileno), todos ellos entendidos como participantes que fomentan una mejor respuesta defensiva de la planta (Zarate *et al.*, 2007). Por otro lado, se la ha asociado con la expresión de genes relacionados al estrés biótico y abiótico (Zeevart y Creelman, 1988), algunos estudios han mostrado como el ABA puede estar implicado positivamente en el incremento a la resistencia ante un ataque causado por patógenos o insectos plaga (Cao *et al.*, 2011; Maksimov, 2009; Mauch-Mani y Mauch, 2005). Dejando en evidencia este estudio realizado como las plantas del cultivar Elpida durante el desarrollo de su ciclo de vida bajo condiciones de invernadero la aplicación foliar de ABA redujo el número de mosca blanca en sus estadios de adulto y ninfa mostrando diferencias significativas en comparación a las plantas testigo. Esto indicaría que la aplicación exógena de ABA es una de las muchas alternativas para el control de este insecto plaga (*Trialeurodes vaporariorum*).

Diversos estudios comprueban como ABA es una hormona vegetal implicada en una serie de reacciones fisiológicas como la fructificación de tomate que aumenta en concentración cuando la planta se ve afectada por la caída de los frutos (Srivastava y Handa, 2005; Giovannoni, 2007; Bergougnoux, 2014; Kumar *et al.*, 2014; Azzi *et al.*, 2015). Además señala su posible acción en la regulación de asimilados en las fases iniciales del desarrollo floral de *Arabidopsis thaliana* (Peng *et al.*, 2006). El uso de ácido abscísico como

tratamiento exógeno en cultivo de Vid de Mesa (*Vitis vinífera* L.) mostró no afectar su producción de frutos (Sandoval-Valdivieso, 2016). Por otro lado, se ha comprobado que la aplicación de ABA en cultivos de Vid Shiraz no afectó el rendimiento (Ramirez *et al.*, 2018). Ferrera *et al.*, (2015) probaron tratamientos de sacarosa y ABA en el cultivar de Crimson seedless mejorando la proporción de uva de primera categoría de rendimiento. Balint y Reynolds (2012) utilizaron dos dosis de ABA (150 y 300 mg/l) en la variedad Cabernet-Sauvignon evaluando rendimiento y composición de baya, por lo cual ningún tratamiento con ácido abscísico afectó el número de bayas. Las bayas tratadas con ABA mostraron diferencias en peso fresco en comparación con el tratamiento testigo. Sin embargo, en este estudio no se obtuvieron diferencias significativas en la producción total de frutos en plantas tratadas exógenamente con la hormona ABA en comparación con las plantas sin tratamiento de ácido abscísico.

**5. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA  
FITOHORMONA ÁCIDO ABSCÍSICO EN  
EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE  
TOMATE DEL CULTIVAR ELPIDA EN  
INVERNÁCULO**

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Evaluación del efecto de la fitohormona ácido abscísico en el crecimiento y desarrollo de tomate del cultivar Elpida en invernáculo

La evaluación del efecto de la aplicación exógena de ABA sobre en el crecimiento y desarrollo del cv. Elpida se realizó en un invernáculo metálico parabólico de 24 m x 40 m (Figura 11), cuya estructura está formada por 3 naves cubiertas con polietileno ubicado en la Estación Experimental Ing. Julio Hirschhorn perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

Los plantines provistos por una empresa comercial de la zona del gran La Plata, se trasplantaron a un suelo biofumigado con crucíferas en una dosis de 5 kg por metro cuadrado previamente cubierto con mulching negro. Las plantas fueron conducidas a una rama, y trasplantadas con una distancia de 25 cm entre cada una en cada lomo. La forma de conducción del cultivo de tomate fue la que se utiliza en las producciones comerciales de la zona.

Para determinar el crecimiento y desarrollo del tomate, se analizaron las siguientes variables:

- Altura de planta: por medición directa con cinta métrica, desde el cuello de la planta hasta el ápice, a partir de la primera quincena después del trasplante, con frecuencia quincenal, hasta 75 días después del trasplante (Figura 14).
- Diámetro de tallo: por medición de la base de la planta con calibre electrónico, a partir de la primera quincena después del trasplante, con frecuencia quincenal, hasta 75 días después del trasplante (Figura 15).
- Número de hoja: se registró el número de hojas entre el cuello de la planta y la inmediatamente superior al último racimo, con frecuencia quincenal, hasta 85 días después del trasplante.
- Número de inflorescencia: a partir de la aparición del primer racimo, con frecuencia quincenal, hasta 80 días después del trasplante (Figura 16).

Fue utilizado el mismo diseño experimental mencionado en el capítulo N° 4, señalado en la Figura N° 12. Se usó un diseño completamente al azar (DCA) con 16 repeticiones en total en dos surcos (8 repeticiones testigos y 8 repeticiones con tratamiento hormonal) cada repetición constituida por 5 plantas, separados por barreras de 5 plantas entre ellos, utilizando el programa estadístico InfoStat 2014 (Figura 12).

Los dos tratamientos planteados para cada variable fueron:

- 1) T: testigo, plantas sin aplicación de fitohormona
  - 2) Tratamiento ABA: plantas tratadas con aplicación de una sola fitohormona mediante aspersión hasta chorreo en una concentración de  $1 \times 10^{-5}$  M en 100 ml de agua destilada.
- Todas las variables mencionadas fueron analizadas mediante ANOVA, para comparación de medias se utilizó el test de Tukey, para todos los análisis se usó el programa estadístico InfoStat 2014



Figura 14. Medición de Altura de planta de tomate



Figura 15. Medición de diámetro planta tomate



Figura 16. Inflorescencia de la planta de tomate

## RESULTADOS

### 5.2. Altura

Tabla 10: Análisis de la varianza de la altura (cm) por planta, después de 15 días de transplantado el cultivo de tomate, bajo 2 tratamientos exógenos hormonales.

FV	GL	Cuadrado Medio			
		31/1	14/2	5/3	21/3
Tratamiento	1	0.0006 ns	6.25 ns	36.60 ns	569.42 ns
Error	14				

FV: Fuentes de variación; GL: Grados de libertad, ns: no existen diferencias significativas.

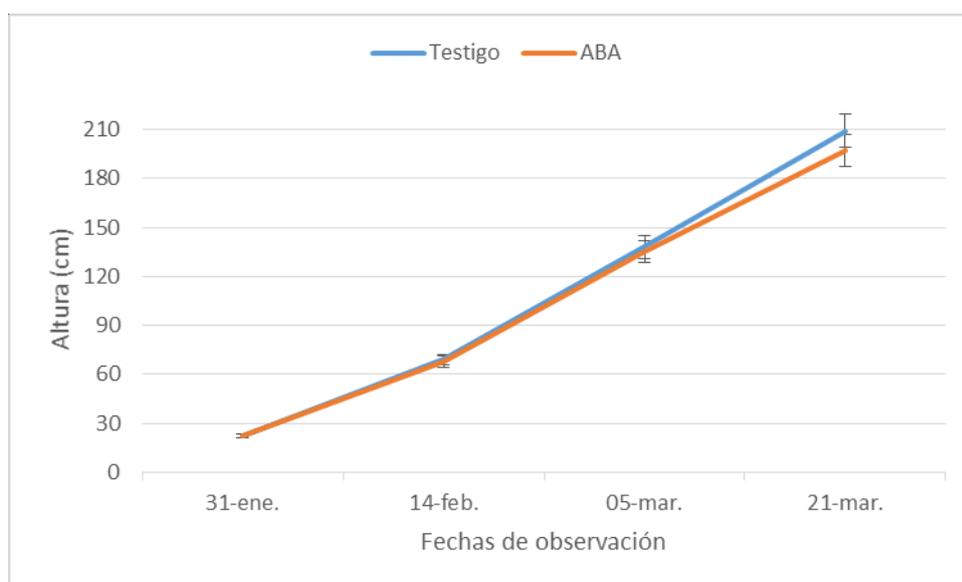


Gráfico 10. Altura por planta del cultivar Elpida con tratamiento exógeno de hormona ABA y sin tratamiento exógeno hormonal ácido abscísico, en diferentes fechas de observación durante el ciclo de vida del cultivo (media  $\pm$  error estándar).

Se observó que la altura de las plantas con y sin tratamiento de fitohormona no presentó diferencias significativas (Tabla 10). Indicando que el cultivar Elpida bajo condiciones ambientales de producción intensiva en invernadero, luego de asperjado con la hormona ácido abscísico, presentó altura homogénea similar a la de las plantas que no recibieron tratamiento exógeno (Gráfico10).

### 5.3. Diámetro

Tabla 11: Análisis de la varianza del diámetro por planta, desde 15 días de transplantado hasta el estado reproductivo, con y sin tratamiento exógenos con ABA.

FV	GL	Cuadrado Medio			
		31/1	14/2	5/3	21/3
Tratamiento	1	0.0003 ns	0.006 ns	0.02 ns	0.01 ns
Error	14				

FV: Fuentes de variación; GL: Grados de libertad, ns: no existen diferencias significativas.

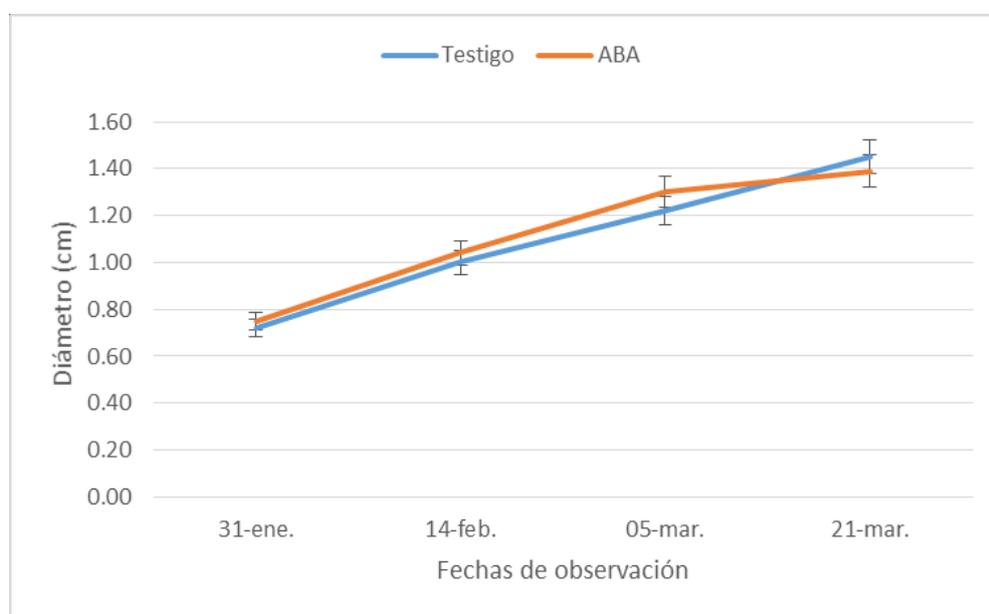


Gráfico 11. Diámetro por planta del cultivar Elpida con tratamiento exógeno de la hormona ABA y sin tratamiento exógeno hormonal, en diferentes fechas de observación durante el ciclo de vida del cultivo (media  $\pm$  error estándar).

Como se puede observar en la Tabla 11, no existieron diferencias significativas en el diámetro entre plantas tratadas y no tratadas con hormona en el cultivar Elpida seguido el crecimiento en grosor del tallo en las plantas del cultivar Elpida, con y sin tratamiento exógeno de hormona, ambas tienen un crecimiento homogéneo similar al de sus células vegetales, sin interferencia de la fitohormona ABA, en comparación con las plantas testigo (Gráfico 11).

#### 5.4. Número de Hoja

Tabla 12: Análisis de la varianza del número de hojas por planta, desde 15 días de transplantado hasta el estado reproductivo, con y sin tratamientos exógenos con ABA.

FV	GL	Cuadrado Medio			
		31/1	14/2	5/3	21/3
Tratamiento	1	0.07 ns	0.73 ns	2.76 ns	3.66 ns
Error	14				

FV: Fuentes de variación; GL: Grados de libertad, ns: no existen diferencias significativas.

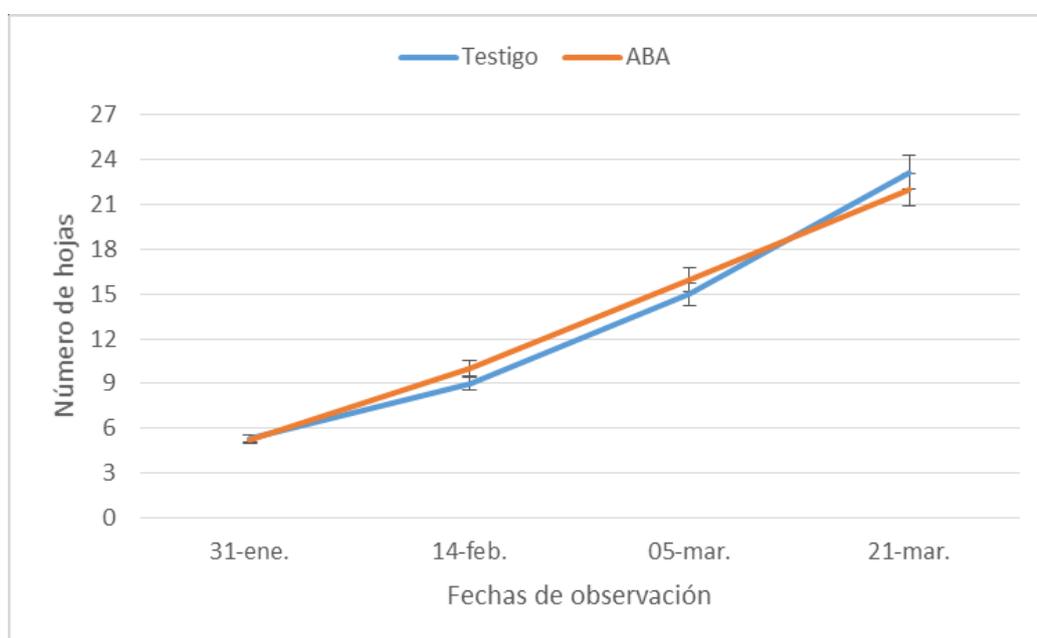


Gráfico 12. Número de hojas por planta del cultivar Elpida con tratamiento exógeno de hormona ABA y sin tratamiento exógeno hormonal ácido abscísico, en diferentes fechas de observación durante el ciclo de vida del cultivo (media  $\pm$  error estándar).

Se observó que las plantas con y sin tratamiento hormonal no presentaron diferencias significativas en el crecimiento determinado por el número de hojas por planta durante los 75 días de observación (Tabla 12). La hormona ácido abscísico no interrumpió el desarrollo de las hojas en plantas del cultivar Elpida, que fue similar al número de las plantas que no recibieron aplicaciones exógenas de la hormona ABA (Gráfico 12).

### 5.5. Número de Inflorescencia

Tabla 13: Análisis de la varianza del número inflorescencias por planta, con y sin tratamientos exógenos con ABA.

FV	GL	Cuadrado Medio			
		31/1	14/2	5/3	21/3
Tratamiento	1	--	0.01 ns	0.23 ns	0.01 ns
Error	14				

FV: Fuentes de variación; GL: Grados de libertad, ns: no existen diferencias significativas.

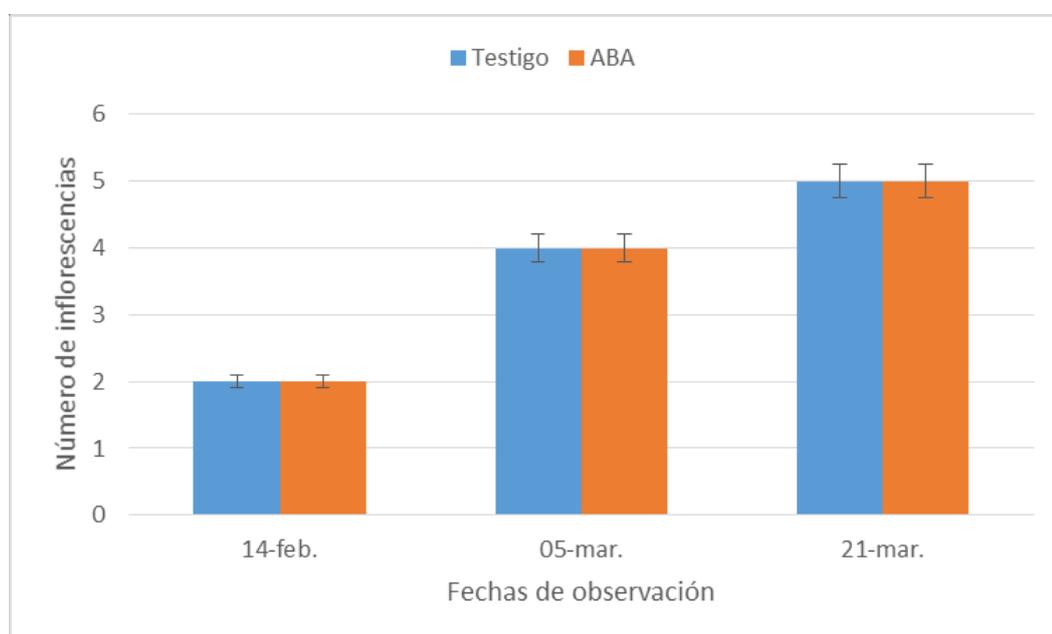


Gráfico 13. Número de inflorescencias por planta del cultivar Elpida con tratamiento exógeno de hormona ABA y sin tratamiento exógeno hormonal, en diferentes fechas de observación durante el ciclo de vida del cultivo (media  $\pm$  error estándar).

Se observó que las plantas tratadas con y sin la fitohormona ABA no mostraron diferencias significativas en el desarrollo fisiológico del número de inflorescencia por planta (Tabla 13 y gráfico 13).

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la aplicación exógena de ABA sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate cv Elpida bajo condiciones de invernáculo. Estudios muestran que cualquier estrés generado por un factor ambiental

puede reducir los parámetros de algún proceso fisiológico en las plantas, la tolerancia en las plantas puede medirse por ejemplo a través de su crecimiento (Lambers *et al.*, 1998; Taiz y Zeiger, 2006). Los parámetros de crecimiento estudiados en el cultivar Elpida de tomate se mantuvieron similar en plantas testigo y las tratadas exógenamente con la fitohormona ácido abscísico.

La aplicación foliar de ABA no trabaja como una simple cobertura, sino que cambia la fisiología de la planta para obtener un mejor crecimiento ante condiciones desfavorables en invernadero, en diversos trabajos con diferentes cultivos (Tomate, Pimiento, Alcachofa) se ha determinado como la fitohormona ácido abscísico mejora el desarrollo morfológico de la planta (Shinohara y Leskovar, 2014; Florido Bacallo y Bao Fundora, 2014; Leskovar *et al.*, 2008). El crecimiento en altura de las plantas de tomate con aplicaciones exógenas de ABA fue similar al de las plantas testigo, indicando que la hormona ABA no inhibió su desarrollo. Se ha registrado estudios sobre el crecimiento de las plantas tratadas con la fitohormona ABA como ésta puede llegar a disminuir o aumentar el desarrollo de la morfología en la planta (Wasilewska *et al.*, 2008; Eyidogan *et al.*, 2012; Jordan y Casaretto, 2006). Caso contrario en estos estudios realizados en plantas tratadas con aplicación foliar de ABA, que no presentaron efectos negativos en su crecimiento y desarrollo. Durante el crecimiento en grosor del tallo en las plantas del cultivar Elpida, con y sin tratamiento exógeno de hormona, ambas tienen un crecimiento homogéneo similar de sus células vegetales, sin interferencia de la fitohormona ABA, en comparación con las plantas testigo. Tampoco se encontraron diferencias significativas en el número de hojas e inflorescencias por planta de tomate entre testigos y tratadas exógenamente lo que deja en claro que el ABA si bien participa en la regulación de muchos aspectos del desarrollo de las mismas en el cultivar Elpida y en condiciones de invernáculo no ocasiona ninguna pérdida (McCarty, 1995; Ueno, 1998; Seki *et al.*, 2007; Razem *et al.*, 2006). En estudios realizados en el cultivo de Vid de mesa la aplicación exógena de ácido abscísico mostró resultados satisfactorios en evaluaciones de longitud de racimo y número de racimos por planta (Sandoval-Valdivieso, 2016). Estos resultados indican como la planta superó cualquier tipo de estrés teniendo una adaptabilidad a todo tipo de condiciones ambientales adversas que afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas, impactando en la productividad agrícola. Varios estudios muestran como la aplicación de ácido abscísico induce una mejor respuesta de la planta al estrés abiótico (Martínez, 2018; Rodríguez, 2014).

## **6. CONCLUSIONES GENERALES**

En capítulos anteriores se presentaron los resultados obtenidos en el desarrollo de esta Tesis en la que se estudió el efecto de las fitohormonas (ABA, AJ, AS y Gib) sobre la no preferencia en mosca blanca, y en diferentes variables del crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate, llegándose a las siguientes conclusiones:

*Efecto de fitohormonas sobre el control de mosca blanca en estado adulto y de ninfa en plantas de tomate*

- ❖ En evaluaciones en laboratorio se comprobó que no existe presencia de antixenosis constitutiva a mosca blanca en distintos cultivares de tomate.
- ❖ La aplicación exógena de hormonas indujo antixenosis en algunos cultivares con el uso de ABA y Ácido Jasmónico en las condiciones de ensayo.
- ❖ En ensayos a campo, la aplicación de ABA en cultivar Elpida indujo antixenosis con control significativo de *Trialeurodes vaporariorum* durante 75 días reduciendo el número de adultos y ninfas por planta.
- ❖ El uso de la fitohormona ABA en condiciones de campo podría ser otra técnica disponible para evitar aplicaciones de insecticidas de síntesis química.

*Efecto de fitohormonas en el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas de tomate*

- ❖ En laboratorio la aplicación de las fitohormonas provocó un crecimiento superior significativamente diferente en relación al registrado en las plantas sin tratamiento.
- ❖ En producción intensiva en invernadero, la aplicación exógena de la fitohormona ácido abscisico sobre tomate Elpida produjo niveles de crecimiento similares en plantas testigo y pre-tratadas con ABA.
- ❖ En condiciones de invernadero el desarrollo de plantas testigo y asperjadas con ABA fue similar en las mismas fechas del número de inflorescencia.
- ❖ La producción total o rendimiento del fruto fresco no mostró diferencias entre las plantas tratadas con y sin ABA que mostró obtener mayor producción de frutos de primer categoría en ambos tratamientos.

Bajo estas condiciones se encontró que el uso de la fitohormona ABA podría utilizarse en producción intensiva (invernadero) dado que mejora el nivel de repelencia de la mosca blanca y favorece rendimientos satisfactorios. Se considera necesario continuar y profundizar los estudios sobre la inducción de defensas a insectos mediante el uso de las hormonas vegetales para su posible integración dentro de un manejo integrado de plagas (MIP). La utilización de aplicaciones exógenas de la fitohormona ácido abscísico en invernaderos como otra herramienta dentro del MIP favorecería a la reducción de aplicaciones de insecticidas de síntesis química como también a la obtención de un producto diferenciado con bajo nivel de residuos tóxicos. Las aplicaciones de ABA deberían realizarse ante presencia de adultos y según muestreo semanal para realizar una segunda aplicación. Es prioritario seguir esta línea de trabajo en tomate.

## BIBLIOGRAFÍA

**Abdala, G y Cenzano, A. 2006.** Biosíntesis de jasmonatos y participación en procesos del desarrollo vegetal. Temas de fisiología vegetal. 56-87p.

**Addicott, F y Carns, H. 1983.** Abscisic Acid. PRAEGER SCIENTIFIC. 22p.

**Alía, T. 2000.** Temperaturas de almacenamiento y maduración en frutos de mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. More & Stearn). Revista Chapingo Serie Horticultura 6. 73- 77p.

**Altieri, M. 1994.** Bases Agroecológicas para una Producción Agrícola Sustentable. AGRICULTURA TECNICA. Vol. 54. 4. 371-386p.

**Álvarez, J; Cortez, H; García, I; Ceja, L y Pérez, J. 2009.** Incidencia de plagas en injertos de jitomate (*Solanum lycopersicum*) sobre parientes silvestres. Revista Colombiana de Entomología. Vol. 35. 2. 150-155p.

**Álvarez, M. 2015.** Insect resistance in tomato (*Solanum spp*). Cultivos Tropicales. Vol. 36. 2. 100-110p.

**Anderson, J.P; Badruzaufari, E; Schenk, P.M; Manners, J.M; Desmond, O.J; Ehlert, C; Maclean, D.J; Ebert, P.R y Kazan. K. 2004.** Antagonistic interaction between abscisic acid and jasmonate-ethylene signaling pathways modulates defense gene expression and disease resistance in Arabidopsis. Plant Cell 1.6. 3460-3479p.

**Argerich, C; Troilo, L; Rodríguez Fazzone, M; Izquierdo, J; Strassera, M.E; Balcas, L y Iribarren, M.J. 2011.** Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de Tomate. Grafica Latina S. A Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina. 262p.

**Avilés, L y Gajardo, O. 2017.** Sustentabilidad de los sistemas hortícolas del Valle Inferior del río negro. ANUARIO Pilquen. Vol. 105. 1-12p.

**Azcón Bieto, J y Talón, M. 2008.** Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw Hill – Interamericana de España, S.L. 2 Edición. 639p.

- Azzi, L; Deluche, C; Gévaudant, F; Frangne, N; Delmas, F; Hernould, M y Chevalier, C. 2015.** 'Fruit growth-related genes in tomato', *Journal of Experimental Botany*. Vol. 66. 4. 1075-1086p.
- Balint, G y Reynolds, A. G. 2012.** Impact of exogenous abscisic acid on vine physiology and grape composition of Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*. 64. 1.74-87p.
- Bari, R y Jones, J. 2009.** Role of plant hormones in plant defence response. *Plant Molecular Biology*. 69. 473-488p.
- Bergougnoux, V. 2014.** 'The history of tomato: From domestication to biopharming', *Biotechnology Advances*. Vol. 32. 1. 170-189p.
- Bruce, T.J.A. 2015.** Interplay between insects and plants: dynamic and complex interactions that have coevolved over millions of years but act in milliseconds. *Journal of Experimental Botany*. Vol. 66. 2. 455–465p.
- Cao, F; Yoshioka, K y Desveaux, D. 2011.** The roles of ABA in plant-pathogen interactions. *Journal of Plant Research*. 124. 489-499p.
- Carapia, V y Castillo-Gutiérrez, A. 2013.** Estudio comparativo sobre la morfología de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Acta Zoológica Mexicana*. 29. 1. 178-193p.
- Cardona, C; Rodríguez, I; Bueno, J y Tapia, X. 2005.** Biología de la Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* en Habichuela y Frijol. *Centro de Investigación de Agricultura Tropical*. 345. 50p.
- Caridad, A; Saldúa, L y Castro A.M. 2017.** IDENTIFICACIÓN DE DEFENSAS INDUCIBLES A ÁFIDOS EN CEBADAS PRE-COMERCIALES. *Jornada de Jóvenes Investigadores del CISA V. La Plata*. Vol. 4. 2.
- Carlsson Kanyama, A. 1998.** Climate change and dietary choices — how can emissions of greenhouse gases from food consumption be reduced, *Food Policy*. *Sciencedirect*. Vol. 23. 3-4. 277-293p.

**Carrasco, A; Sánchez, N y Tamagno, L. 2012.** Modelo agrícola e impacto socio-ambiental en la Argentina: monocultivo y agronegocios. AUGM-Comité de Medio Ambiente Serie Monográfica Sociedad y Ambiente: Reflexiones para una nueva América Latina. 120p.

**Castro, A; Martín, A y Martín, L. 1996.** Location of genes controlling green bug (*Schizaphis graminum* Rond) resistance in *Hordeum chilense*. Plant Breeding 115: 335-338p.

**Castro, A; Tacaliti, M; Giménez, D; Tocho, E; Dobrovolskaya, O; Vasicek, A; Collado, M; Snape, J y Börner, A. 2008.** Mapping quantitative trait loci for growth responses to exogenously applied stress induced hormones in wheat. Euphytica 164: 719–727p.

**Castro, A; Vasicek, A; Ramos, S; Martín, A; Martín, L y Dixón, A. 1998.** Resistance against green bug, *Schizaphis graminum* Rond. And Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* Mordvilko, in tritordeum amphiploids. Plant Breeding 117: 515-522p.

**Castro, A; Vasicek, A; Ramos, S; Worland, A; Suarez, E; Muñoz, M; Gimenez, D y Clúa, A. 1999.** Different types of resistance against green bug, *Schizaphis graminum* Rond. And the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* Mordvilko, in wheat. Plant Breeding. 118. 131-137p.

**Cantaro Segura, H. 2019.** Reguladores de crecimiento en el cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.). Tesis de Maestría. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

**Creelman, R y Mullet, Je. 1997.** Biosynthesis and action of jasmonates in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. Vol. 48. 355-381p.

**Creelman, R.A; Tierney, M.L y Mullet J.E. 1992.** Jasmonic acid/methyl jasmonate accumulate in wounded soybean hypocotyls and modulate wound gene expression. Proc Natl Acad Sci USA 89. 4938–4941p.

**Crespo Herrera, L.A. 2012.** Resistance to aphid in wheat. From a plant breeding perspective. Swedish University of Agricultural Science. 36p.

**De Pascale, S y Stanghellini, C. 2011.** High Temperature Control in Mediterranean Greenhouse Production: the Constraints and the Options. *Acta Horticulturae*, Vol. 893. 103-116p.

**Dicke, M y Hilker, M. 2003.** Induced plant defenses: from molecular biology to evolutionary ecology. *Basic Appl. Ecol.* Vol. 4. 3-14p.

**Dong, X. 2004.** NPR1, all things considered. *Current Opinion in Plant Biology* 7: 547–552p.

**Durrant, W y Dong, X. 2004.** Systemic acquired resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* Vol. 42. 185-209p.

**Escobar, H y Lee, R. 2009.** Manual de producción de tomate bajo invernadero. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano Carrera 4ª No. 22 - 61 PBX: 242 70 30 -40.

**Eyidogan, F; Oz, M, Yucel, M y Oktem, H. 2012.** Phytohormones and abiotic stress tolerance in plants. In: Khan NA, Nazar R, Iqbal N, Anjum NA (eds) *Phytohormones and abiotic stress tolerance in plants*. Springer-Verlag, Berlin, Germany. 1–49p.

**FAOSTAT. 2017.** Crops. Production/Yield quantities of Tomatoes in World + (Total) 1994-2017. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Último acceso: 2 de enero de 2019.

**Farmer, E; Almeras, E y Krishnamurthy, V. 2003.** Jasmonates and related oxylipins in plant responses to pathogenesis and herbivory. *Current Opinion in Plant Biology*. Vol. 6. 4. 372-378p.

**Farmer, E. y Ryan, C. 1990.** Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 87. 7713-7716p.

**Farmer, E. y Ryan, C. 1992.** Octadecanoid Precursors of Jasmonic Acid Activate the Synthesis of Wound-Inducible Proteinase Inhibitors. *The Plant Cell*. 4. 129-134p.

**Ferraro, D y Rositano, F. 2011.** Conocimiento e insumos en la agricultura moderna. ResearchGate. Vol. 21. 122. 17-22p.

**Ferrara, G; Mazzeo, A; Matarrese, AMS; Pacucci, C; Punzi, R; Faccia, M; Trani, A y Gambacota, G. 2015.** Application of abscisic acid (S-ABA) and sucrose to 116 improve colour, anthocyanin content and antioxidant activity of cv. Crimson Seedless grape berries. Australian Journal of Grape and Wine Research. 21. 1. 18-19p.

**Fornaris, G. 2007.** Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate – Características de la Planta. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico. 6p.

**Florido Bacallo, M y Bao Fundora, L. 2014.** Tolerancia a estrés por déficit hídrico en tomate (*Solanum lycopersicum L.*). Cultivos Tropicales. Vol. 35. 3. 70-80p.

**Frost, C; Appel, H; Carlson, J; De Moraes, C; Mescher, M y Schultz, J. 2007.** Within-plant signalling via volatiles overcomes vascular constraints on systemic signalling and primes responses against herbivores. Ecology Letters. Vol. 10. 6. 490-498p.

**Giovannoni, J. 2007.** 'Fruit ripening mutants yield insights into ripening control', Current opinion in plant biology. Vol. 10. 3. 283-289p.

**Glazebrook, J. 2005.** Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. Annu. Rev. Phytopat. Vol. 43. 205-227p.

**Goggin, F.L; Williamson, V.M y Ullman, D.E. 2001.** Variability in the Response of *Macrosiphum euphorbiae* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) to the Tomato Resistance Gene *Mi*. Environmental Entomology. Vol. 30. 1. 101-106p.

**Halim, V; Vess, A; Scheel, D y Rosahl, S. 2006.** The role of salicylic acid and jasmonic acid in pathogen defense. Plant Biol. 19. 203-208p.

**Heuvelink, E y Dorais, M. 2005.** Crop growth and yield. In: E. Heuvelink (ed.), Tomatoes. CABI Publishing, Wallingford. 85-144p.

**Hilje, L. 1996.** Metodologías Para El Estudio Y Manejo De Moscas Blancas Y Geminivirus. Ed. Turrialba, C.R. Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza. 150p.

**Hojin, R y Yong, G. 2015.** Plant Hormones in Salt Stress Tolerance. *J Plant Biol* 58:147-155p.

**Howe, G. 2004. A.** Jasmonates as signals in the wound response. *Journal of Plant Growth Regulation*. Vol. 23. 3. 223-237p.

**Howe, G. 2004. B.** The roles of hormones in defense against insects and disease. In: Davies, P. J. (Ed.). *Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action*. Cornell University, NY, USA. 610-634p.

**Idrees, M; Naeem, M; Aftab, T; Khan, M y Moinuddin, A. 2011.** Salicylic acid mitigates salinity stress by improving antioxidant defense system and enhances vincristine and vinblastine alkaloids production in periwinkle [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don]. *Acta Physiologia Plantarum*, 33, 987–999p.

**Jeavons, J y Cox, C. 2007.** El Huerto Sustentable, Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes. *Ecology Action*. 97p.

**Jordan, M y Casaretto, J. 2006.** Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Etileno, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido Salicílico y Ácido Jasmónico. *Fisiología Vegetal* (FA Squeo & L Cardemil, eds.) Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile 16:1-28p.

**Kaloshian, I y Walling, L. 2005.** Hemipterans as plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*. Vol. 43. 491-521p.

**Kumar, P. 2013.** Plant hormones and their intricate signaling networks: unraveling the nexus *Plant Cell Rep*. Vol. 32. 731–732p.

**Kumar, R; Khurana, A y Sharma, A. 2014.** 'Role of plant hormones and their interplay in development and ripening of fleshy fruits', *Journal of Experimental Botany*. Vol. 65. 16. 4561-4575p.

**Lambers, H; Stuart-Chapin III, F y Pons, T. 1998.** *Plant physiological Ecology*. Preinger-Verlag, New York.

**Leskovar, DI; Goreta S; Jifon JL; Agehara S; Shinohara T y Moore, D. 2008.** ABA to enhance water stress tolerance of vegetable transplants. *Acta Hort*782: 253–264p.

**Liechti, R y Farmer, Ee. 2006.** Jasmonate biochemical pathway. *Science STKE*. Vol. 14. 322p.

**López Aguilar, R; Real-Rosas, M; Villavicencio-Floriani, E y Lucero-Arce, A. 2004.** El Cultivo de Tomate en el Valle de Vizcaíno. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S. México. 51p.

**López Ávila, A. 1999.** Manejo Integrado de Plagas. Del origen conceptual y su desarrollo empírico. *Redalyc*. Vol. 3. 1. 31-35p.

**López Marín, L. 2016.** Manual Técnico Del Cultivo De Tomate *Solanum lycopersicum*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica. 121p.

**López, S; Riquelme, M y Botto, E. 2010.** Integración del control biológico y químico de la mosca blanca. *Revista Colombiana de Entomología*. 190-194p.

**Lozano, J. 2006.** Manual Entomología Morfología y Fisiología de los Insectos. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 197p.

**Maksimov, IV. 2009.** Abscisic acid in the plants-pathogen interaction. *Russian Journal of Plant Physiology*. 56. 742-752p.

**Martínez, A. 2018.** Implicaciones de las hormonas vegetales en respuesta al estrés abiótico. Tesis. Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Jaén. España. 37p.

**Mauch-Mani, B y Mauch, F. 2005.** The role of abscisic acid in plant-pathogen interactions. *Current Opinion in Plant Biology*. 8. 409-414p.

**McCarty, D. 1995.** Genetic control and integration of maturation and germination pathways in seed development. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 46. 71-93p.

**Ministerio de Agroindustria. 2016.** Perfil del tomate. Última acceso 10 de enero de 2019  
[https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/areas/hortalizas/\\_archivos/000030\\_Informes/000997\\_Perfil%20de%20tomate%202016.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/_archivos/000030_Informes/000997_Perfil%20de%20tomate%202016.pdf).

**Ministerio de Agroindustria. 2017.** Perfil del tomate. Última visita 10 enero 2019  
[https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/areas/hortalizas/\\_archivos/000030\\_Informes/000994\\_Informe%20del%20Mercado%20Externo%20de%20Tomate%20-%202017](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/_archivos/000030_Informes/000994_Informe%20del%20Mercado%20Externo%20de%20Tomate%20-%202017).

**Morales, I; Escalante, W y Galdeames, I. 2018.** Manejo agronómico del cultivo de Tomate. Biblioteca Agroecológica. Disponible en:  
<http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=1206>. Ultimo acceso: 14 marzo de 2019.

**Mur, L; Kenton, A; Atzorn, R; Miersch, O y Wasternack, C. 2006.** The outcomes of concentration-specific interaction between salicylate and jasmonate signal include synergy, antagonism and oxidative stress leading to cell death. *Plant Physiology*. Vol. 140. 249-262p.

**Nombela, G; Williamson, V.M y Muñoz, M. 2003.** The Root-Knot Nematode Resistance Gene Mi-1.2 of Tomato Is Responsible for Resistance against the Whitefly *Bemisia tabaci*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. Vol. 16. 7. 645-649p.

**Novelli, D. 2018.** Alimentos: el consumo responsable trastoca paradigmas. ACTUALIDAD en I+D. RIA. Rev. Investigación Agropecuaria. vol.44 .1. 1-9p. Ciudad Autónoma de Buenos Aires abr. 2018

**Nuez, F. 2001.** El Cultivo del Tomate. ISBN. 9788471145499. Mundi-Prensa. Bilbao, 793p.

**Omer, A; Granett, J; Karban, R y Villa, E. 2001.** Chemically-induced resistance against multiple pests in cotton. *Int. J. Pest. Mgmt.* 47. 49-54p.

**Ondarza Beneitez, M. 2017.** Biopesticides: Types and Applications in the Control of Agricultural Pests. *ResearchGate*. Vol. 10. 3. 31-35p.

**Ortiz, O; Alcázar, J y Palacios, M. 1997.** La Enseñanza del Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de la Papa: La Experiencia del CIP en la Zona Andina del Perú. Revista Latinoamericana de la Papa. Vol. 9. 10. 1-22p.

**Ortiz-Catón, M; Medina-Torres, R; Valdivia-Bernal, R; Ortiz-Catón, A; Alvarado-Casillas, S y Rodríguez-Blanco, J. 2010.** Mosquitas blancas plaga primaria de hortalizas en Nayarit. Revista Fuente. 31-40p.

**Painter, R.H. 1951.** Insect Resistance to crop plants. The Mc Millan Co., New York. 151p.

**Pál, M; Kovács, V; Szalai, G; Soós, V; Ma, X; Liu, H; Mei, H y Janda, T. 2013.** Salicylic acid and abiotic stress responses in rice. Journal of Agronomy and Crop Science. Vol. 200. 1. 1-11p.

**Pérsico, E. 2016.** Evaluación Del Efecto De Prácticas Combinadas En Plantas De Tomate Injertadas Cultivadas En Un Suelo Infestado De Nematodos (*Nacobbus Aberrans*). Tesis grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata. 28p.

**Peng, Y.B; Zou, C; Wang, D.H; Gong, H.Q; Xu, Z.H y Bai, S.N. 2006.** Preferential localization of abscisic acid in primordial and nursing cells of reproductive organs of Arabidopsis and cucumber. New Phytologist. Vol. 170. 3: 459–466p.

**Perello, L y Saldúa, L. 2017.** Informe de Pasantía: Identificación de materiales de tomate portadores de defensas inducibles que muestren un comportamiento de tolerancia frente a la plaga mosca. Depto Cs Biológicas Fac. Cs Agrarias y Forestales, UNLP. 16p.

**Pérez Parra, J. 2017.** Tecnología y manejo del cultivo en invernaderos: retos y factores de éxito. Conferencia dictada en Madrid el 18/04/2017 en el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Conserjería de Agricultura, Pesca y Desarrollo rural. 1-38p.

**Pieterse, C y Dicke, M. 2007.** Plant interactions with microbes and insects from molecular mechanisms to ecology. Trends in Plant Science. Vol. 12. 12. 564-569p.

**Polack, L y Mitidieri, M. 2005.** Producción de tomate diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades. EEA San Pedro, INTA. 21p.

**Poot-Poot, W; Delgado Martínez, R; Carreón Pérez, A; Castro Nava, S; Segura Matínez, M y Hernandez Martínez, J. 2018.** Efecto del ácido salicílico en la aclimatación pretransplante de poblaciones nativas de tomate. Horticultura Brasileira. Vol. 36. 4. 7p.

**Popova, L; Ananieva, E; Hristova, V; Christov, K; Georgieva, K; Alexieva, V y Stoinova, Z. 2003.** Salicylic acid–and methyl jasmonate–induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. Bulg. J. Plant Physiol. 21: 133–152p.

**Ramírez, H; Encina Rodríguez, L; Benavides Mendoza, A; Robledo Torres, V; Hernández Dávila, J y Alonso Corona, S. 2004.** Influencia de la Temperatura sobre Procesos Fisiológicos en Postcosecha de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Revista Agraria –Nueva Época-. Vol. 1. 3. 31-37p.

**Ramirez, H; Mancera-Noyola, L; Zermeño-González, A; Jasso-Cantú, D y Villareal-Quintanilla, J. 2018.** Efecto del ácido abscísico sobre fenotipo y calidad del fruto en vid Shiraz. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. Vol. 6. 16. 153-158p.

**Rangel, G; Castro, E; Beltran, E; Reyes, H y García, E. 2010.** El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. Biológicas. Vol. 12. 2. 90-95p.

**Razem, F; El Kereamy, A; Abrams, S y Hill, R. 2006.** The RNA-binding protein FEA is an abscisic acid receptor. Nature. 439. 290-294p.

**Rechcigl, J y Rechcigl, N. 2000.** Insect Pest Management: Techniques for Environmental Protection. Lewis Publisher. New York, United States of America. 337p.

**Ricci, M. 2012.** Comportamiento de las poblaciones argentinas de *Diuraphis noxia* Kurdjumov (Hemiptera: Aphididae). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. 238p.

**Roca-González, L. 2003.** Susceptibilidad de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (westwood) A 10 ingredientes activos bajo condiciones de laboratorio, en bárcena, villa nueva. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Rodríguez, A. 2014.** Caracterización funcional y molecular de AtGRDP1 un nuevo gen implicado en la respuesta a ABA y estrés abiótico. Tesis Doctoral. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológico, A.C. México. 80p.

**Rodríguez Ortiz, P. 2016.** El ácido abscísico, también conocido como ABA, es también una de las hormonas vegetales más importantes presentes en las plantas debido a su importancia en la dormición de las semillas, la senescencia y las adaptaciones al estrés. Disponible en: <https://www.infobiologia.net/2016/09/hormonas-vegetales-acido-abscisico.html>. Último acceso: 20 agosto 2019.

**Rodríguez-Larramendi, L; Gonzáles-Ramírez, M; Gómez-Rincón, M; Guevara-Hernández, F; Salas-Marina, M y Gordillo-Curiel, A. 2017.** Efectos del ácido salicílico en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev. Fac. Agron. 34. 253-269p.

**Rodríguez Sánchez, R; Mboghli, A; Lorente, G; Rodríguez, R y González, J. 2018.** Efectos Del Ácido Giberélico y El Pectimorf® En Las Vitroplantas De Piña (Ananas Comosus Var. Comosus) ‘Md-2’ Durante La Fase Final De Aclimatización. Rev Universidad y Ciencia. Vol. 8. 1. 135-147p.

**Saldua, L. 2013. a.** ‘Estudios del comportamiento de *Sipha* (*Rungia*) *maydis* Passerini 1860 (Hemiptera: Aphidoidea) en relación con las estrategias de defensas de sus plantas hospederas’. Tesis Doctoral Fac Cs Naturales y Museo, UNLP.

**Saldua, L; Marino, A; Vasicek, A y Castro, A. 2014.** Screening for *Sipha maydis* resistance in Argentinean commercial varieties International wheat Genetic Symposium Conference, EUCARPIA-ITMI, Alemania.

**Saldua, V y Castro, A. 2011.** Expresión de la antibiosis y de la antixenosis contra el pulgón negro de los cereales (*Sipha maydis*) en cultivares comerciales de trigo. Revista de la Facultad de Agronomía 119. (1). 1-11p.

**Saldua, V. 2013. b.** Tesis Doctoral. Estudios del comportamiento de *Sipha* (*Rungia*) *maydis* Passerini 1860 (*Hemiptera: Aphidoidea*), en relación con las estrategias de defensa de sus plantas hospederas. Fac. Ciencias Naturales y Museo. UNLP, 107p.

**Sánchez, G; Castro Mercado, E; Beltran Peña, E; Reyes de la Cruz, H y García Pineda, E. 2010.** El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. *Biológicas*. Vol. 12. 2. 1-6p.

**Sandoval-Valdivieso, M. 2016.** “Efecto Del Ácido Abscísico Y Ácido Giberélico Sobre El Raleo De Racimos En Vid De Mesa ‘Thompson Seedless’ (*Vitis vinifera* L.); En La Localidad De Chongoyape – Región Lambayeque”. Tesis grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Ecuador. 124p.

**Santner, A y Estelle, M. 2009.** Recent advances and emerging trends in plant hormone signaling. *Nature*. Vol. 459. 1071-1078p.

**Santner, A; Calderon-Villalobos, L.I.A y Estelle, M. 2009.** Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth. *Nature Chemical Biology*. Vol. 5 .5. 301–307p.

**Sato, S; Peet, M y Thomas, J. 2000.** “Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. Under chronic, mild heat stress”; *Plant, Cell and Environment*, Vol. 23. 719-726p.

**Seki, M; Umezawa, T; Urano, K y Shinozaki, K. 2007.** Regulatory metabolic networks in drought stress responses. *Current Opinion in Plant Biology*. 10. 296-302p.

**Shah, J. 2003.** The salicylic acid loop in plant defense. *Current Opinion in Plant Biology* 6: 365–371p.

**Shinohara, T y Leskovar, DI. 2014.** Effects of ABA, antitranspirants, heat and drought stress on plant growth, physiology and water status of artichoke transplants. *Sci Hortic* 165: 225–234p.

**Singh, B y Usha, K. 2003.** Salicylic acid induced physiological and biochemical in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regulation*. Vol. 39. 2. 137-141p.

**Shi, D; Tang, C; Wang, R; Gu, C; Wu, X; Hu, S; Jiao, J y Zhang, S. 2017.** Transcriptome and phytohormone analysis reveals a comprehensive phytohormone and

pathogen defence response in pear self-/cross-pollination. *Plant Cell Rep.* 36. 11. 1785-1799p.

**Smith, H y Capinera, J. 2016.** *Natural Enemies and Biological Control.* Entomology and Nematology. Davis, California. USA. 1-6p.

**Speight, M; Hunter, M y Watt, A. 2000.** *Ecology of Insects concepts and applications.* Second editions. United Kingdom. 1-32p. Wiley-Blackwell, Environmental Entomology, 640p.

**Srivastava, A y Handa, A. 2005.** 'Hormonal regulation of tomato fruit development: a molecular perspective', *Journal of Plant Growth Regulation.* Vol. 24. 2. 67-82p.

**Stout, M; Zehnder, G y Baur, M. 2002.** Potential for the use of elicitors of plant resistance in arthropod management programs. *Archi. Insect Biochem. Physiol.* 51. 222-235p.

**Tacaliti, M. 2017.** Caracterización molecular de genes que otorgan tolerancia a estrés en trigo (*Triticum aestivum*) mediante la aplicación de modernas técnicas de biología molecular. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP, 92p.

**Taiz, L y Zeiger, E. 2006.** *Plant Physiology.* 4th ed. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. USA. 764 p.

**Thaler, J; Humphrey, P y Whiteman, N. 2012.** Evolution of jasmonate and salicylate signal crosstalk. Review. *Trends in Plant Science.* Vol. 17. 5. 260-270p.

**Thaler, J; Stout, M; Karban, R y Duffey, S. 2001.** Jasmonate-mediated induced plants resistance affects a community of herbivores. *Ecol. Entomol.* 26. 312-324p.

**Tocho, E. 2010.** Identificación y caracterización de la resistencia a *Schizaphis graminum* (Rondari) (Hemíptera: Aphididae) y a *Diuraphis noxia* (Hemíptera: Aphididae) en cebada cervecera (*Hordeum vulgare*). Tesis Doctoral. Fac. Ciencias Naturales y Museo. UNLP 94p.

**Tocho, E; Marino de Remes Lenicov, A y Castro, A. 2012b.** Evaluación de la resistencia a *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae) en cebada. Revista Sociedad Entomológica Argentina 71 (1-2): 01-10p.

**Tocho, E; Ricci, M; Tacaliti, M; Giménez, D; Acevedo, A; Lohwasser, U; Börner, A y Castro, A. 2012a.** Mapping resistance genes conferring tolerance to RWA (*Diuraphis noxia*) in barley (*Hordeum vulgare*). Euphytica 188:239–251p.

**Ueno, O. 1998.** Induction of kranz anatomy and C4-like biochemical characteristics in a submerged amphibious plant by abscisic acid. Plant Cell. 10. 571-583p.

**Umebese, C; Olatimilehin T y Ogunsusi, T. 2009.** Salicylic acid protects nitrate reductase activity, growth and proline in amaranth and tomato plants during water deficit. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 4. 224–229p.

**Valerio Santillana, R. 2016.** Efecto de la concentración de ácido giberelico en el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de Pimiento paprika (*Capsicum annuum* L.). Tesis grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 91p.

**Van Loon, L; Rep, M y Pieterse, C. 2006.** Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. Annual Review of Phytopathology. 44. 135-162p.

**Van Poecke, R y Dicke, M. 2004.** Indirect defense of plants against herbivores using *Arabidopsis thaliana* as a model plant. Plant Biol. Vol. 6. 387-401p.

**Villasanti, C. 2013.** El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Argentina. 70p.

**Viteri, M; Ghezán, G y Iglesias, D. 2013.** Tomate y lechuga: producción, comercialización y consumo. Estudio socioeconómico de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales N° 14. INTA. Disponible en: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/3570/CONICET\\_Digital\\_Nro.4758\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/3570/CONICET_Digital_Nro.4758_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Último acceso: 10 de enero de 2019.

**Vlot, A; Dempsey, D.M y Klessig, D.F. 2009.** Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review of Phytopathology*. 47. 177-206p.

**Wang F Cui X, Sun Y, Dong Ch. 2013.** Ethylene signaling and regulation in plant growth and stress responses *Plant Cell Rep* 32:1099–1109p.

**Wasilewska, A; Vlad, F; Sirichandra, C; Redko, Y; Jammes, F; Valon, C; Frey, N y Leung, J. 2008.** An Update on Abscisic Acid Signaling in Plants and More. *Molecular plant*. 1. 198-217p.

**Wilfried, D. 1992.** El papel del ácido jasmónico y giberelinas en la ontogenia de las plantas considerando especialmente el desarrollo de los frutos. *AgriScientia*. Vol. 9. 1. 17-30p.

**Wolters, H y Jurgens, G. 2009.** Survival of the flexible: hormonal growth control and adaptation in plant development. *Nat. Rev. Genet*. 10. 305–317p.

**Zarate, S; Kempema, L y Walling, L. 2007.** Silverleaf whitefly induces salicylic acid defenses and suppresses effectual jasmonic acid defenses. *Plant Physiology* 143. 866-875p.

**Zeevaart, J.A.D y Creelman R.A. 1988.** Metabolism and physiology of abscisic acid. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 39: 439-73p.