



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS MONTECILLO  
POSTGRADO DE EDAFOLOGÍA**

**“CRECIMIENTO, DESARROLLO, EXTRACCIÓN  
NUTRIMENTAL, RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL JITOMATE  
DE COSTILLA (*Solanum lycopersicum* Mill.)”**

**M. C. JOSÉ ALBERTO URRIETA VELÁZQUEZ**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

**DOCTOR EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

2011

La presente tesis titulada: **Crecimiento, desarrollo, extracción nutrimental, rendimiento y calidad del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.)**, realizada por el alumno: **M. C. José Alberto Urrieta Velázquez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS  
EDAFOLOGÍA**

**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gustavo Adolfo de Jesús Baca Castillo

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Porfirio Ramírez Vallejo

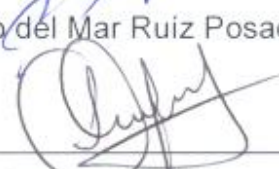
ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Maria de las Nieves Rodriguez Mendoza

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Lucero del Mar Ruiz Posadas

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Antonio Cueto Wong

Montecillo, Texcoco, Estado de México, 25 de Julio de 2011

## **Crecimiento, desarrollo, extracción nutrimental, rendimiento y calidad del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.)**

**José Alberto Urrieta Velázquez, Dr.  
Colegio de Postgraduados, 2011**

El enfoque tradicional de la producción de jitomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) fue el incremento del rendimiento a través del control de las condiciones ambientales y manejo agronómico, siendo el peso individual de los frutos y aspectos externos de los mismos los principales parámetros de calidad. En la actualidad, además de aspectos externos, los consumidores eligen los jitomates por su sabor, propiedades nutraceuticas e incluso por el manejo durante su crecimiento. Esto ha cambiado el rumbo del mejoramiento genético del jitomate, y se ha iniciado el uso de poblaciones silvestres y cultivadas para mejorar tales aspectos de calidad. En México, una alternativa potencial es jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.), que se cultiva localmente y tiene características agronómicas deseables. Por lo que ésta investigación tuvo como objetivo principal establecer el potencial productivo y la calidad de los frutos del jitomate de costilla en hidroponía e invernadero. Para ello, se establecieron dos experimentos: Experimento 1, se midió el crecimiento y fueron establecidas algunas fases fenológicas, además de medir el rendimiento y calidad de las selecciones Starmex1, Starmex2 y Starmex3. Experimento 2, debido a que algunas variables de calidad deseables en ésta hortaliza tuvieron valores mínimos, se probaron la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja para mejorar la calidad de los frutos en la selección Starmex2.

Las principales diferencias estadísticas encontradas en el crecimiento se debieron a diferencias entre selecciones, y de igual manera, pudo establecerse a Starmex3 como precoz, Starmex2 como intermedia y Starmex1 como tardía por su emergencia e inicio de la floración y fructificación. Los rendimientos encontrados son similares o superiores a los de variedades comerciales, y su calidad, desde el punto de vista nutricional, es deseable. Y variables de calidad como el peso individual de los frutos, tamaño y grados Brix pueden mejorarse a través de la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja de manera conjunta o separada.

Pabras clave: jitomate de costilla, *Solanum lycopersicum*, rendimiento, calidad

## **Growth, development, nutrimental extraction, yield and quality of jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.)**

**José Alberto Urrieta Velázquez, Dr.  
Colegio de Postgraduados, 2011**

### **ABSTRACT**

The traditional approach to the production of tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) was the increased of the yield through the control of environmental conditions and agronomic management, being the individual weight fruits and the external aspects of it the principal quality parameters. Actually, in addition to external aspects, the consumers choose tomatoes for its flavor, nutraceutical properties, and even during its growth management. This has changed the course of genetic improvement of tomato, and has pioneered the use of wild and cultivated populations to improve these aspects of quality. In Mexico, a potential alternative is the jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.), which is grown locally and has desirable agronomic characteristics. So, this research aimed to establish the potential production and fruit quality of rib tomato in hydroponics and greenhouse. This way, was set up two experiments: Experiment 1, the growth was measured and some phenological phases were established, in addition was measured the yield and the quality of the Starmex1, Starmex2, and Starmex3 selections. Experiment 2, because some variables of desirable quality in this vegetal had minimum values, the pruning of fruits, and foliar sprays of  $\text{Ca}^{2+}$  and honey were tested to improve the fruit quality in the selection Starmex2.

The main statistical differences found in the growth were due to differences among selections, and likewise, could be established to Starmex3 as early, to Starmex2 as middle, and to Stamer1 as late for its mergence, onset flowering, and fruiting. The yield found were similar to commercial varieties, and it quality, from a nutritional standpoint, it was desirable. The quality variables such as individual fruit weight, size, and °Brix can be improved by pruning of fruits and foliar sprays of  $\text{Ca}^{2+}$  and honey together or separately.

Key words: jitomate de costilla, *Solanum lycopersicum*, yield, quality

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento otorgado para la realización de mis estudios doctorales y estancia en el extranjero.

Al Colegio de Postgraduados por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios doctorales.

Al Proyecto Valoración Integral de la Diversidad de Poblaciones Nativas de Jitomate Mexicano del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad de Colegio de Postgraduados por el apoyo y préstamo de material vegetal de jitomate de costilla.

A Greta Hanako Rosas Saito, encargada de la Unidad de Microscopía Electrónica, por su valioso apoyo en la observación de las estructuras del fruto de jitomate de costilla.

Al Dr. José Antonio Santizo Rincón (*f*) por su valiosa colaboración en la supervisión del análisis estadístico de la información de ésta tesis, mil gracias por su apoyo donde quiera que este.

Al Dr. Jonathan Paul Lynch por haberme brindado la oportunidad de realizar mi estancia de investigación en Department of Horticulture, The Pennsylvania State University.

Al laboratorio de Fijación de Nitrógeno por el valioso apoyo brindado durante mi investigación doctoral.

A todas las personas con las que compartí parte de mi vida durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados.

## DEDICATORIA

A mis padres Elena y Anastacio por el todo el cariño que siempre he recibido y por sus enseñanzas.

A mis hermanas Dari, Deli, Luisa, Benita, Laura y Conchita, y a mis hermanos Margo, Toño y Jando por los buenos ratos que hemos compartido y la unión que hemos tenido.

A mi esposa Susy por ser la gran mujer y por los buenos y malos ratos que hemos pasado junto.

Con cariño para nuestra hija Arita porque ha traído felicidad a nuestras vidas.

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b> .....	<b>1</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	<b>9</b>
OBJETIVOS E HIPÓTESIS GENERALES .....	11
Objetivo general.....	11
Objetivos particulares.....	11
Hipótesis general.....	11
Hipótesis particulares.....	11
<b>CAPÍTULO 1. CRECIMIENTO Y FENOLOGÍA DEL JITOMATE DE COSTILLA</b> <b>12</b>	
<b>(<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.)</b> .....	<b>12</b>
RESUMEN .....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
<b>OBJETIVO</b> .....	15
<b>HIPÓTESIS</b> .....	15
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
CONCLUSIONES.....	24
LITERATURA CITADA .....	25
<b>CAPÍTULO 2. EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL DEL JITOMATE DE COSTILLA</b>	
<b>(<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.)</b> .....	<b>29</b>
RESUMEN .....	29
INTRODUCCIÓN.....	30
OBJETIVO GENERAL .....	33
OBJETIVOS PARTICULARES.....	33
HIPÓTESIS.....	33
HIPÓTESIS PARTICULARES.....	33
MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CITADA .....	44

<b>CAPÍTULO 3. PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE TRES VARIEDADES DE JITOMATE DE COSTILLA (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.)</b> .....	<b>48</b>
RESUMEN .....	48
INTRODUCCIÓN.....	49
OBJETIVO .....	50
HIPÓTESIS.....	50
MATERIALES Y MÉTODOS .....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	51
Componentes del rendimiento .....	51
Calidad de fruto del tomate de costilla .....	55
CONCLUSIONES.....	64
LITERATURA CITADA .....	64
<b>CAPÍTULO 4. EFECTO DE LA PODA DE FRUTOS Y ASPERSIONES DE CALCIO Y MIEL DE ABEJA SOBRE LA CALIDAD DEL FRUTO DE JITOMATE DE COSTILLA (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.)</b> .....	<b>69</b>
RESUMEN .....	69
INTRODUCCIÓN.....	70
OBJETIVO .....	72
HIPÓTESIS.....	72
MATERIALES Y MÉTODOS .....	72
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	73
LITERATURA CITADA .....	86
<b>CAPÍTULO 5. EFECTO DE LA PODA DE FRUTOS Y ASPERSIÓN FOLIAR DE Ca<sup>2+</sup> Y MIEL DE ABEJA SOBRE LA ANATOMIA DE LOS FRUTOS DEL JITOMATE DE COSTILLA (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.)</b> .....	<b>93</b>
RESUMEN .....	93
INTRODUCCIÓN.....	93
OBJETIVO .....	95
HIPÓTESIS.....	95
MATERIALES Y MÉTODOS .....	95
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	97
CONCLUSIONES.....	104
LITERATURA CITADA .....	104



<b>ANEXO CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXO CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>134</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Capítulo 1

Cuadro		Pag.
1.1	Análisis de varianza del crecimiento radical y longitud de entrenudos de tres selecciones de jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) cultivadas en hidroponía e invernadero con dos potenciales osmóticos de la solución nutritiva Steiner en 2007.....	17
1.2	Análisis de varianza de algunas relaciones del área foliar y la materia seca acumulada en el jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) por efecto del PO de la solución nutritiva.....	23

### Capítulo 2

2.1	Efecto del PO de la solución nutritiva Steiner sobre la concentración foliar de nitrógeno (N), calcio (Ca) y Hierro (Fe) en tres selecciones de jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) cultivadas en hidroponía e invernadero.....	35
2.2	Efecto del PO de la solución nutritiva Steiner sobre la concentración foliar de fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) en tres variedades de jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.....	36
2.3	Extracción nutrimental de la variedad Starmex2 de jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) cultivada en hidroponía e invernadero durante dos ciclos de cultivo (2007 y 2008).....	39
2.4	Índices DOP en tres variedades de jitomate de costilla ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) cultivadas en hidroponía e invernadero con dos potenciales osmóticos (PO) de la solución nutritiva Steiner.....	41

2.5	Análisis de varianza de las lecturas SPAD registradas durante el cultivo de tres variedades (V) de jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) en hidroponía e invernadero con dos potenciales osmóticos (PO) de la solución nutritiva Steiner.....	43
-----	---	----

### Capítulo 3

3.1	Rendimiento de tres selecciones de jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) cultivadas con dos potenciales osmóticos de la solución nutritiva Steiner.....	53
3.2	Efecto de dos niveles de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner sobre el peso y diámetros ecuatorial y polar del fruto de tres selecciones de jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	56
3,3	pH del jugo, °Brix, contenido de licopeno y firmeza de los frutos de tres selecciones de jitomate de cosilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) cultivadas con dos niveles de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.....	58

### Capítulo 4

4.1	Análisis de varianza de algunos parámetros de calidad del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.....	74
4.2	Comparaciones de medias de la interacción PodaXCalcio para algunos parámetros de calidad en los frutos del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.....	77
4.3	Comparación de medias de la interacción PodaxMiel para el diámetro ecuatorial de fruto del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.....	82

4.4	Comparación de medias d la interacción PXC <sup>2+</sup> XM número de costillas y el peso individual de los frutos del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	84
4.5	Interacción simple de las aspersiones foliares de Ca <sup>2+</sup> y miel de abeja sobre el diámetro ecuatorial y los grados Brix del los frutos del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	85

### Capítulo 5

5.1	Análisis de varianza del efecto de la poda de frutos y aspersiones de Ca <sup>2+</sup> y miel de abeja sobre la estructura celular del fruto del tomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) en tres etapas de crecimiento.....	98
5.2	Efecto de la poda de frutos y aspersiones de Ca <sup>2+</sup> y miel de abeja sobre el tamaño de células y grosor de la epidermis y pericarpio en frutos de tomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	99
5.3	Efecto de la poda de frutos y aspersiones de Ca <sup>2+</sup> y miel de abeja sobre el diámetro ecuatorial, peso individual y grados Brix de los frutos del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) cultivado en hidroponía e invernadero.....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 1

<b>Figura</b>		<b>Pág.</b>
1.1	Altura de planta de tres selecciones de jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicon</i> Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero con dos niveles de presión osmótica de la solución nutritiva Steiner en 2007.....	19
1.2	Acumulación de materia seca en tallo y hojas de tres selecciones de jitomate de costilla ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) cultivadas en invernadero e hidroponía. Ciclo 2007.....	21
1.3	Efecto interactivo simple entre el PO de la solución nutritiva y las selecciones de jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) sobre la relación de peso foliar.....	24

### Capítulo 2

2.1	Temperatura (a) media, b) máxima y c) mínima) y humedad relativa (d) media, e) máxima y f) mínima) prevalecientes en el invernadero durante el cultivo hidropónico de la variedad Starmex2 de jitomate de costilla ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).....	40
-----	---	----

### Capítulo 3

### Capítulo 4

4.1	Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de Ca <sup>2+</sup> sobre el número de costillas (a) y sépalos (b) en los frutos del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	76
4.2	Efecto interactivo de la poda de racimos y aspersiones foliares de Ca <sup>2+</sup> y miel de abeja sobre el número de costillas en frutos del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	78

4.3	Efecto de la poda y aspersiones foliares de $\text{Ca}^{2+}$ sobre el diámetro ecuatorial (a) y peso de los frutos (b) del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	81
4.4	Interacción doble de la poda de racimos (a) y aspersiones foliares de $\text{Ca}^{2+}$ (b) y miel de abeja (c) sobre el peso individual de los frutos del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	83
4.5	Interacción simple de las aspersiones de calcio y miel de abeja sobre los °Brix de los frutos del jitomate de costilla ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	85

## Capítulo 5

5.1	Estructuras del fruto de tomate de costilla: (A) tricomas glandulares: 1) pie y 2) cabeza; (B) Tejidos: 1) pericarpio, 2) lóculo y 3) placenta. Formas redonda (B) y arriñonada (D) del fruto. Deformación del pericarpio por ausencia de semillas en la placenta del lóculo (C1).....	100
5.2	Efecto de la poda y aspersiones de Ca y miel de abeja sobre el diámetro ecuatorial de los frutos del tomate de costilla ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.....	101
5.3	Efecto de la poda de frutos y aspersiones de $\text{Ca}^{2+}$ y miel de abeja sobre la epidermis (A y D), cutícula (B y E) y pericarpio (C y F) de los frutos de jitomate de costilla de 2.5 cm de diámetro.....	103
5.4	Acumulación de almidón por efecto de la poda de racimos y aspersiones de calcio y miel de abeja en el pericarpio de frutos del jitomate de costilla de 2.5 cm de diámetro.....	104

## INTRODUCCIÓN GENERAL

La nutrición balanceada exige una sincronización entre la demanda y el suministro de nutrimentos, lo cual permite optimizar el uso de fertilizantes y evita la contaminación de mantos acuíferos y la salinización de los suelos. Al respecto, Kläring *et al.* (1997) reportan que la demanda de agua y nutrimentos de *Solanum lycopersicum* está en función de las condiciones ambientales que se presenten, y recomiendan que la concentración de nutrimentos en la solución debe disminuirse con el incremento de la temperatura para reducir la pérdida de nutrimentos en sistemas de crecimiento abiertos y prevenir la acumulación de sales en sistemas de crecimiento cerrados. Los mismos autores (Kläring *et al.*, 1997) señalan que en investigaciones futuras se estudie el efecto de la variación de la concentración sobre el crecimiento de la planta, rendimiento y calidad de los frutos para esta especie.

Lo anterior es un ejemplo de cómo optimizar la fertilización de los cultivos para evitar efectos nocivos en el ambiente, sin embargo, existen otras opciones que nos ofrece la misma naturaleza, pues es posible el uso de variedades que requieran menor demanda de fertilizantes para satisfacer sus necesidades nutrimentales. Tal es el caso del uso de variedades nativas, que están adaptadas a condiciones ambientales locales y que presentan gran diversidad genética, lo cual significa opciones para desarrollar nuevos genotipos y adaptarlos a otras condiciones.

En México, como uno de los países con mayor diversidad vegetal, tiene un gran potencial alimentario debido a que conserva materiales silvestres de especies cultivadas de importancia antropocéntrica (autóctonos, introducidos y exóticos), principalmente para el fitomejoramiento y la diversificación alimentaria. Tal es el caso de las variedades nativas de jitomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas en distintas regiones del país, tales variedades locales es posible encontrarlas en algunas regiones de Oaxaca, Guerrero y Veracruz, de donde algunos investigadores han colectado materiales del mismo para mejoramiento genético en campo e invernaderos (Rincón y Hernández, 2003).

Aunque ya se conocen la mayoría de especies de jitomate, la investigación de estos materiales se ha enfocado al mejoramiento genético para incrementar el rendimiento y la resistencia a enfermedades, además de su caracterización botánica. Debido a ello, se ha olvidado el manejo agronómico de las mismas para la producción, su potencial productivo y la calidad de sus frutos no se han explorado totalmente. Por lo que, siendo el jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) una variedad local en México, se planteó como objetivo general establecer su potencial productivo y evaluar la calidad de sus frutos mediante el cultivo hidropónico en invernadero. Para ello, fueron establecidos dos experimentos: en el primero se midió el crecimiento y se estableció la fenología de tres cultivares de tomate de costilla, además, se evaluó su rendimiento y la calidad de sus frutos. Y debido a que algunas variables de calidad deseables en los frutos del jitomate de costilla, se planteo un segundo experimento, para el cual fue establecido una de los tres selecciones para evaluar el efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja para mejorar algunos aspectos de calidad en los frutos de éste tipo de jitomate. De esta manera, dicha información se presenta en cinco capítulos abarcando cada uno de los aspectos antes mencionados para facilitar su análisis.



## OBJETIVOS E HIPÓTESIS GENERALES

### Objetivo general

Describir la fenología y establecer demanda nutrimental del tomate de costilla en condiciones de invernadero.

### Objetivos particulares

- 1) Establecer las etapas fenológicas y cuantificar la distribución de biomasa del tomate de costilla en cultivo hidropónico bajo condiciones de invernadero.
- 2) Determinar el estado nutrimental del tomate de costilla mediante análisis químico de tejido vegetal.
- 3) Correlacionar el abastecimiento nutrimental con el rendimiento y calidad de los frutos.

### Hipótesis general

La demanda nutrimental del tomate de costilla es mínima para satisfacer su crecimiento y fenología.

### Hipótesis particulares

- 1) La producción de biomasa y fenología del tomate de costilla cambian con la fertilización en un sistema hidropónico.
- 2) El estado nutrimental de las poblaciones de tomate de costilla es similar ante una baja o alta dosis de fertilización.
- 3) El rendimiento y calidad del tomate será el mismo independientemente de la concentración de la solución nutritiva de Steiner que se utilice.

## **CAPÍTULO 1. CRECIMIENTO Y FENOLOGÍA DEL JITOMATE DE COSTILLA** **(*Solanum lycopersicum* Mill.)**

### **RESUMEN**

El control óptimo de las condiciones ambientales y el manejo agronómico han permitido maximizar los rendimientos del jitomate, por lo que tradicionalmente el mejoramiento genético en dicha especie se enfocó a incrementar su rendimiento con el aumento de tamaño y peso individual de los frutos. Sin embargo, variedades locales de jitomate tienen rendimiento similar o mayor que las comerciales, además, presentan resistencia a diferentes enfermedades y condiciones abióticas. Por lo que tres selecciones de jitomate de costilla (Starmex1, Starmex2 y Starmex3), siendo una variedad mexicana local, se propuso como material vegetal para establecer su crecimiento y fenología en invernadero y cultivo hidropónico con dos niveles de PO (-0.036 MPa y -0.072 MPa).

El crecimiento del sistema radical del jitomate de costilla no se modificó por efecto del PO de la solución nutritiva, al igual que la altura de planta y longitud de entrenudos, sin embargo, éstas variables (altura de planta y longitud de entrenudos) son diferentes entre selecciones. El diámetro del tallo fue similar entre selecciones, aunque se incrementa a mayor PO. La materia seca en tallos y hojas fue mayor a -0.072 MPa de PO que con -0.036 MPa en las selecciones Starmex1 y Starmex2, mientras que en Starmex3 fue similar con los PO en ambos órganos. El área foliar, índice de área foliar, área foliar específica y relación de área foliar fueron similares entre selecciones y no se modificó con los PO utilizados. La relación de peso foliar en Starmex1 y Starmex2 la relación de peso foliar fue similar entre PO, mientras que en Starmex3 fue mayor con -0.072 MPa que con -0.036 MPa. La selección Starmex3 se caracterizó por ser la más precoz, le siguió Starmex2, y finalmente, Starmex1 fue la más tardía a la emergencia, inicio de la floración e inicio de la fructificación.

## INTRODUCCIÓN

El rendimiento en cultivo hidropónico de jitomate se ha venido incrementando debido al manejo de varios factores, uno de los cuales es la fertilización, que ha permitido tener una nutrición más balanceada con el uso de una solución nutritiva que contiene determinada relación mutua entre aniones y entre cationes, concentración de nutrimentos (CE), relación  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ , pH (5.5-6.0 aproximadamente) y temperatura (22°C aproximadamente) (Herrera, 2000). El mismo autor, señala que las condiciones ambientales es otro de los factores involucrados, y una de las más importantes es la temperatura, pues al ser bajas los días a la floración se reducen y hay menores tasas de crecimiento como también lo reportan Sauser *et al* (1998). También el déficit de presión de vapor es otra variable ambiental importante, pues al disminuir éste la transpiración del jitomate también disminuye (Bellert *et al.*, 1998), afectando la absorción de nutrimentos como el calcio y demandando mayor cantidad de otros nutrimentos como el potasio (Lynch and Clair, 2004).

La selección de genotipos de jitomate juega un papel importante en la producción (Herrera, 2000), algunos autores (Nicola y Basoccu, 2000) señalan que las fases de crecimiento son un factor determinante para elegir la época de aplicación de fertilizantes, ya que en las primeras etapas el crecimiento es diferente a la floración y fructificación. Además, se optimiza el uso de los fertilizantes en especial los nitrogenados, ya que existe una correlación entre la cantidad de nitrógeno absorbido y la producción de materia seca, que se acumula principalmente en los frutos, seguido de las hojas y finalmente en tallos y peciolas (Bellert *et al.*, 1998; Nicola y Basoccu, 2000).

Adicionalmente, los sistemas de producción han sido modificados combinando la fertilización orgánica y mineral con el mismo fin y reducir los problemas de contaminación (Rinaldi *et al.*, 2007). Las investigaciones se han enfocado principalmente hacia el incremento del rendimiento, la resistencia a ciertas enfermedades (Foolad *et al.*, 2008), la tolerancia al frío (Oyanedel *et al.*, 2001) y a la salinidad (Foolad *et al.*, 2007), esto último debido a que muchos terrenos agrícolas presentan problemas de salinidad, por lo que se han realizado esfuerzos

para buscar mayor tolerancia del jitomate mediante la exploración de variedades tolerantes (Agong *et al.*, 2004) y el uso de portainjertos (Martínez *et al.*, 2002) con el fin de mantener buenos rendimientos e incrementar la producción de tomate.

Hasta ahora, el manejo de la nutrición se ha optimizado mediante el control de los factores ambientales y practicas agronómicas como el fertirriego, no obstante, aun es posible optimizar mas el manejo de la fertilización, pues el estudio de variedades para tal propósito ha sido poco explorado y representa una alternativa potencial, sobre todo la exploración de cultivares o variedades locales (plantas cultivadas que tras años de selección por agricultores locales las han adaptado a muchos tipos de microclimas y suelos) y silvestres, ya que poseen una amplia base genética debido al flujo de genes que se da entre las poblaciones (Bellon y Berthau, 2004; Pressoir and Berthaud, 2004), por lo que poseen características genotípicas que les permiten adaptarse a condiciones ambientales extremas de crecimiento (Giordano *et al.*, 1999; Nuez *et al.*, 2004). Al respecto, Nuez *et al.* (2004) y Foolad *et al.* (2008) reportaron especies silvestres de *Lycopersicon* que crecen en ambientes extremadamente áridos y salinos (como *Lycopersicon cheesmanii* resistente a *Alternaria alternata* y *L. pimpinellifolium* a *Alternaria solani*) que además posee gran cantidad de azúcares en su fruto) y tienen resistencia a enfermedades, por lo que se han usado como fuente para el mejoramiento genético de variedades comerciales (Atamian *et al.*, 2009). Variedades locales de jitomate presentan un rendimiento similar o superior a las variedades comerciales porque tienen más frutos por planta, aunque de menor tamaño y de formas diferentes, y algunas de ellas no requieren tutoreo o podas, presentan resistencia a sequía, pudiéndose utilizar para la agricultura sustentable o para el mejoramiento genético (Agong *et al.*, 2001; Bletsos y Goylas, 2002; García *et al.*, 2004; Primieri *et al.*, 2006). En México, la exploración de variedades locales y silvestres ha sido poco estudiada, y solo se sabe que están distribuidas en algunas regiones tropicales de estados como Oaxaca, Puebla, Guerrero y Veracruz (Paczka *et al.*, 2003; Carravedo, 2006). Y las investigaciones que han iniciado con el mejoramiento y caracterización de poblaciones nativas de jitomate, señalan que existe una amplia variación en características cuantitativas y

cualitativas de fruto y planta a niveles poblacional e intrapoblacional (De Santiago, 2006; Ramírez *et al.*, 2006).

### **OBJETIVO**

Medir el crecimiento y establecer la fenología del jitomate de costilla cultivadas con  $-0.036$  MPa y  $-0.072$  MPa de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.

### **HIPÓTESIS**

El crecimiento y la fenología del jitomate de costilla son similares a pesar de restringir su nutrición usando la solución nutritiva Steiner.

### **MATERIALES Y METODOS**

El experimento fue establecido en un invernadero tipo túnel con cubierta plástica del 5 de junio al 1 de octubre de 2007, cuyas temperaturas media fue  $20.8^{\circ}\text{C}$  y las extremas de  $12.3^{\circ}\text{C}$  como mínima y  $36.4^{\circ}\text{C}$  como máxima. El material vegetal utilizado fueron selecciones locales de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) derivadas de colectadas realizadas en Oaxaca (Starmex1 y Starmex2) y Campeche (Starmex3). Las selecciones fueron germinados en charolas con peat moss, iniciando su fertilización desde los 3 días de emergidas con solución nutritiva Steiner ( $-0.018$  MPa de potencial osmótico y pH de 5.5) hasta los 35 días de edad, momento en el cual se realizó el trasplante (5 de junio de 2007) en macetas con capacidad de 20 litros a 0.6 m entre plantas y 1.2 m entre hileras, utilizando como sustrato una mezcla de tezontle rojo (0.3-0.5 cm) con fibra de coco en proporción 3:1. En esa misma fecha, se iniciaron los tratamientos con la solución nutritiva de Steiner (Steiner, 1961) a  $-0.036$  MPa (CE de  $1.05\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) y  $-0.072$  MPa de potencial osmótico (CE de  $2.1\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) a un pH de 5.5. Los riegos con las soluciones se hicieron manualmente a las 08:00, 10:00, 15:00 y 17:00 horas, adicionalmente, se aplicaron riegos a las 12:00 y 14:00 horas con agua acidulada (pH= 5.5), y cada 15 días se realizaron lavados al sustrato con la misma agua acidulada. Las selecciones fueron conducidas a un tallo hasta 12 racimos podando brotes laterales. La unidad experimental consistió de una planta en una

maceta con 4 repeticiones. Fue utilizado el diseño experimental de bloques completos con tratamiento aleatorizados y arreglo factorial 3X2. Durante el desarrollo del cultivo se presentó tizón tardío (*Phytophthora infestans*) cuyo control se realizó con dos aspersiones de clorotalonil (5 ml de producto comercial/litro) al follaje y *Fusarium* spp., para el cual fue necesario aplicar carbendazim (5 g de producto comercial/20 litros) a la raíz.

El crecimiento de la parte aérea se determinó midiendo la altura de planta (cm) de la base del tallo al ápice y su tasa de crecimiento semanal (TCS) expresada como  $\text{cm}\cdot\text{planta}^{-1}\cdot\text{semana}^{-1}$ , el diámetro del tallo (mm) y su tasa de crecimiento (TCD) en  $\text{mm}\cdot\text{planta}^{-1}\cdot\text{semana}^{-1}$ . También se cuantificó el área foliar ( $\text{m}^2\cdot\text{planta}^{-1}$ ), y la materia seca de tallos ( $\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$ ) y hojas ( $\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$ ) incluyendo los brotes laterales podados en fechas de muestreo y se estimó el total. El crecimiento del sistema radical se determinó midiendo la longitud (cm), volumen ( $\text{ml}\cdot\text{raíz}^{-1}$ ) y materia seca ( $\text{g}\cdot\text{raíz}^{-1}$ ) en fechas de muestreo incluyendo al final del experimento. Los resultados fueron analizados realizando un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias Tukey-Kramer, utilizando el paquete computacional SAS (SAS, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cultivares de jitomate de costilla se infectaron con *Fusarium* spp., lo que causó la pérdida de follaje a partir del racimo 6, especialmente en Starmex3; mientras que Starmex1 y Starmex2 fueron más tolerantes, como ya se ha observado en poblaciones locales y silvestres por varios autores (Nuez *et al.*, 2004; Foolad *et al.*, 2008). Visualmente, el color del follaje de Starmex3 fue verde claro o limón, mientras que en Starmex1 y Starmex2 fue verde oscuro, lo cual está ligado a diferencias genéticas (Suzuky *et al.*, 1997).

La longitud, el volumen y la materia seca producida por las raíces del jitomate de costilla fue estadísticamente similar (Cuadro 1.1 y Anexo 1.1 y 1.2). La distribución de la raíz en el perfil de la maceta cambió, pues Starmex1 y Starmex2 tuvieron raíces más profundas, además de las superficiales; mientras que, Starmex3 tuvo más raíces superficiales y delgadas. La raíz es un órgano

determinante para la absorción de agua y nutrimentos, pero hasta ahora se le ha dado poca importancia, ya que de acuerdo al enfoque de sistemas es materia orgánica que se queda en el sistema permitiendo el ciclo de los nutrimentos (Greenwood, 1983; Volke *et al.*, 1997).

Cuadro 1.1. Análisis de varianza del crecimiento radical y longitud de entrenudos de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivadas en hidroponía e invernadero con dos potenciales osmóticos de la solución nutritiva Steiner en 2007.

	Longitud			Volumen			Materia seca			LE
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
CV	ns	ns	Ns	**	ns	**	*	ns	ns	**
PO	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
CV*PO	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C. V.	26.45	9.61	15.06	23.18	25.59	30.14	34.16	26.67	49.31	9.56

CV: cultivar; PO presión osmótica; C. V.: coeficiente de variación; M1, M2, M3: muestreos 1, 2 y 3 respectivamente; LE: longitud de entrenudos (cm); ns: no significativo; \*, \*\*: significativo con 0.05 y 0.01 respectivamente.

La distribución de raíces representa una respuesta a la disponibilidad de nutrimentos y condiciones de humedad y temperatura, lo cual podría ser respuesta al manejo en el jitomate de costilla, pues al irrigar a chorro con la regadera manual parte de la solución aplicada se drenaba al fondo de la maceta, donde además habían condiciones de temperatura y humedad (Bledsoe y Orians, 2006). Esto muestra que el jitomate de costilla aun posee características que le permiten crecer en condiciones donde el manejo agronómico del cultivo es mínimo. Continuando con el crecimiento de la parte aérea de las plantas, un indicador típico de su crecimiento es la altura, sin embargo, en el jitomate de costilla sólo se detectaron diferencias estadísticas significativas por efectos principales ( $\alpha=0.05$ ), al inicio del ciclo para el factor PO, mientras que al final del ciclo fue el factor cultivar donde se tuvieron diferencias estadísticas significativas (Anexos 1.3-1.8). No hubo diferencias estadísticas significativas en las interacciones Selección\*PO.

En las primeras semanas de crecimiento (16-77 ddt), el PO de la solución nutritiva a -0.072 MPa abasteció de manera suficiente la demanda de nutrimentos de Starmex2 y Starmex3 ante su rápido crecimiento en altura. En Starmex1 debido a su retraso en la emergencia, el efecto se pudo observar hasta los 35-77 ddt. Al final del ciclo (70-119 ddt), las diferencias estadísticas encontradas se debieron al contraste entre los genotipos evaluados (Figura 1.1).

Una variable muy relacionada con la altura de las plantas en el jitomate de crecimiento indeterminado es la longitud de entrenudos, pues hay una relación directa entre ambas, y en las selecciones de jitomate de costilla, dicha fue un indicador de la altura de las plantas en el que sólo se detectaron diferencias estadísticas por el efecto principal del factor selección, mientras que el efecto principal del PO no fue significativo, y de igual manera ocurrió para su efecto interactivo simple con se observa en el Cuadro 1.1 y Anexo 1.15 ( $\alpha=0.05$ ).



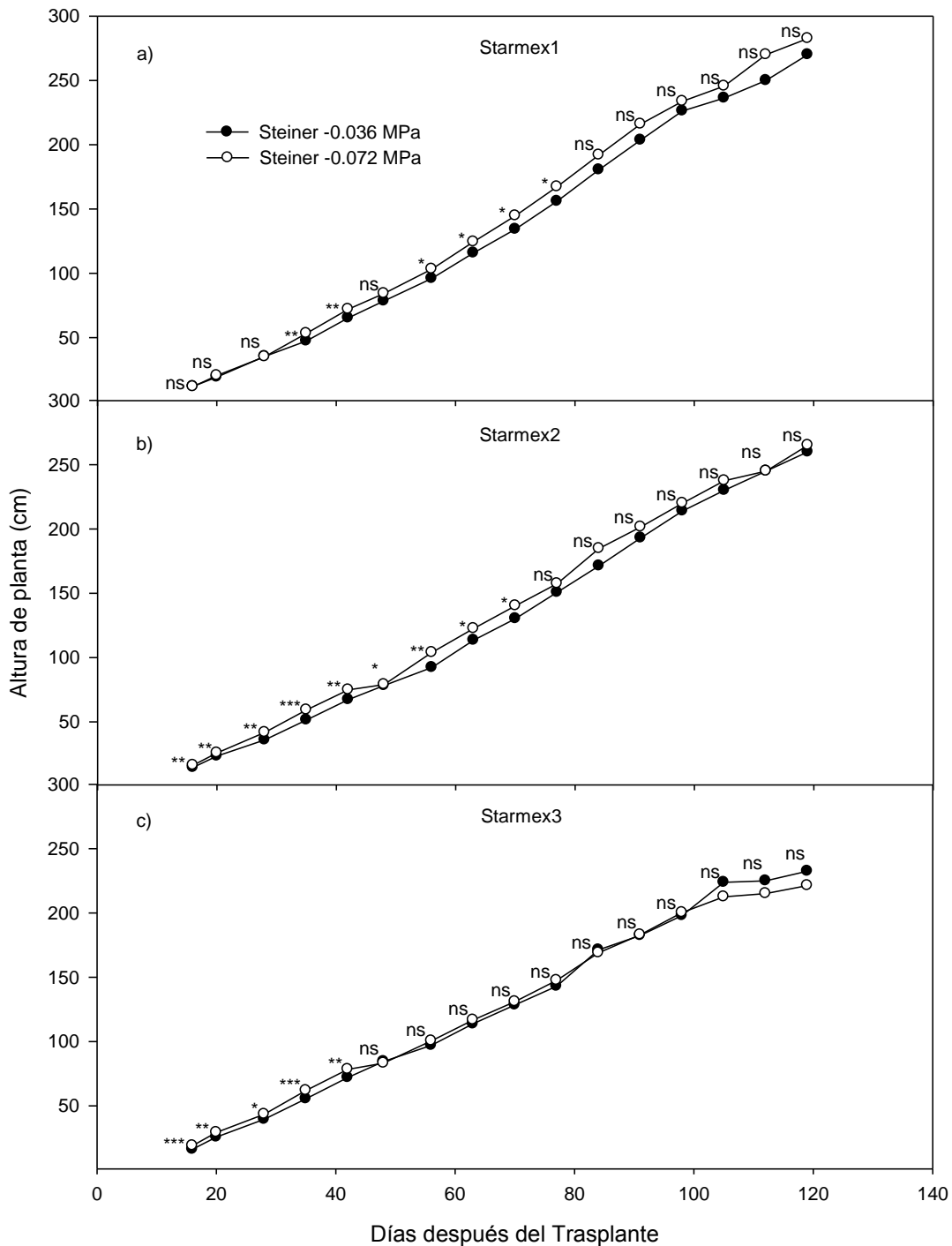


Figura 1.1. Altura de planta de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicon* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero con dos niveles de presión osmótica de la solución nutritiva Steiner en 2007.

Además, las fases fenológicas también tuvieron un rol determinante sobre los periodos mencionados anteriormente, ya que en Starmex1 y Starmex2 los primeros botones florales aparecieron a los 23 ddt, mientras que Starmex3 lo hizo 9 días antes, y su floración ocurrió en el mismo orden, Starmex1 a los 33 ddt, Starmex2 a los 29 ddt y Starmex3 a los 24 ddt, por lo que la fecha del primer corte siguió esa misma cronología, dándose a los 71, 66 y 63 ddt para Starmex1, Starmex2 y Starmex3 respectivamente. Esto significa que a partir de la aparición de los botones florales, inicio de floración y amarre de frutos se da un balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo frenando la ganancia de altura como ocurre normalmente en este tipo de crecimiento indeterminado (Dieleman y Heuvelink, 1992).

Una variable importante en el crecimiento del tallo es su diámetro, pues hubo diferencias estadísticas significativas para los efectos principales, pero no así para sus efectos interactivos de primer orden como se indica en los Anexos 1.9-1.14 ( $\alpha=0.05$ ). Por lo que el diámetro del tallo puede ser un buen indicador de la nutrición en el jitomate de costilla por su respuesta positiva al PO, como se ha demostrado en relación a la disponibilidad de algunos nutrimentos en la raíz (Fujita *et al.*, 2003), donde a mayor disponibilidad de éstos mayor es el diámetro de las plantas de jitomate (Sánchez *et al.*, 1999).

Continuando con la distribución de materia seca en las selecciones de jitomate de costilla, al final del ciclo, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas en los efectos principales sobre la acumulación de materia seca de tallos y hojas por efecto del PO de la solución nutritiva y las selecciones  $\alpha=0.05$  (Figura 1.2 y Anexo 1.15).

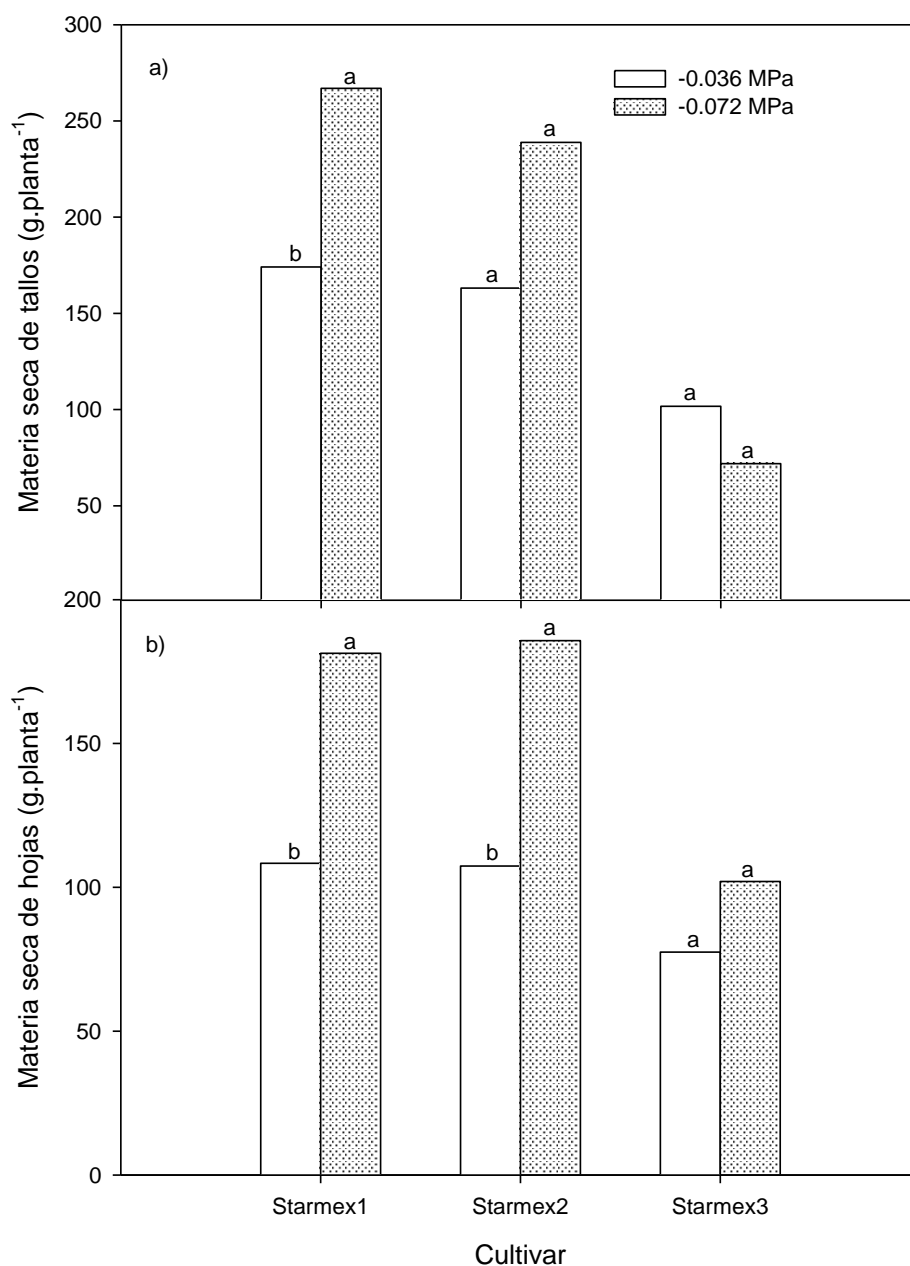


Figura 1.2. Acumulación de materia seca en tallo y hojas de tres selecciones de jitomate de costilla (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivadas en invernadero e hidroponía. Ciclo 2007.

También la interacción simple fue significativa entre los factores de estudio (PO y selección), como lo muestra la Figura 1.2, donde se observa como Starmex1 y Starmex2 tuvieron mayor peso de materia seca en tallos y hojas con ambos PO (-

0.072 y -0.036 MPa), no obstante, Starmex1 acumuló significativamente más materia seca en tallos y hojas con -0.072 MPa de PO que con -0.036 MPa, en tanto que Starmex2 tuvo similar cantidad de materia seca en tallos en ambos PO, pero no así para el follaje, donde a -0.072 MPa acumuló significativamente mayor cantidad de materia seca ( $\alpha=0.05$ ). Starmex3 produjo igual cantidad de materia seca en ambos PO de la solución nutritiva. Como se aprecia, existe una clara respuesta a la disponibilidad de nutrimentos en Starmex1 y Starmex2, ya que a mayor PO se promovió crecimiento celular y expansión foliar (de Groot *et al.*, 2003), sin embargo, Starmex3 tuvo valores muy similares en ambos PO. Esto demuestra que existen diferencias genéticas entre las selecciones de jitomate de costilla para el aprovechamiento de fertilizantes. Aunque, con base en el rendimiento, Starmex2 desarrolló un aparato fotosintético más grande (materia seca) porque tuvo que suministrar mayor cantidad de fotoasimilados al tener el rendimiento más alto en comparación con las otras selecciones (Starmex1 y Starmex3). De igual forma, Starmex3 acumuló menor cantidad de materia seca en la parte aérea (tallos y hojas) pues presentó el rendimiento más bajo.

De acuerdo con el análisis de varianza, el área foliar y el índice de área foliar entre las selecciones de jitomate de costilla fue similar (Anexo 1.17), mientras que por efecto del PO de solución nutritiva sólo se tuvieron diferencias significativas para los efectos principales ( $\alpha=0.05$ ), pues a -0.072 MPa se tuvo un incremento significativo de área foliar con respecto a -0.036 MPa en las selecciones (Cuadro 1.2). Siendo Starmex1 y Starmex2 las de mayor área foliar en comparación con Starmex3. A pesar de que estas dos variables (área foliar e índice de área foliar) están estrechamente relacionadas con la demanda de nutrimentos en el cultivo de jitomate (Nicola y Basoccu, 2000), pueden no ser indicadores confiables de la respuesta a la fertilización, causando sobre o subestimaciones en los modelos de predicción del crecimiento (Enriquez *et al.*, 2002). Debido a ello, el grosor de las hojas puede ser otro indicador importante para medir la respuesta a la nutrición, pues la expansión foliar es muy variable entre variedades y cambia por las condiciones ambientales (Nicola y Basoccu, 2000; Tei *et al.*, 2002; Benincasa *et al.*, 2006).

El área foliar específica (AFE) fue similar entre selecciones y los PO de la solución nutritiva (Cuadro 1.2), mientras que en la relación de área foliar (RAF) solamente hubo diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) por efecto del potencial osmótico de la solución nutritiva como se muestra en el Cuadro 1.2 y el Anexo 1.18, esto debido a que la producción de materia seca está muy relacionada con la disponibilidad de nutrimentos (Figura 1.2). No obstante, en la relación de peso foliar (RPF) no solamente se detectaron diferencias significativas por efectos principales, sino que también se tuvieron efectos significativos en la interacción simple (Selección\*PO) como se observa en el Cuadro 1.2. La Figura 1.3 muestra como la RPF que en Starmex1 y Starmex2 fue similar en ambos PO de la solución nutritiva ( $\alpha=0.05$ ) debido a que la materia seca acumulada en tallo y hojas fue similar, mientras que para Starmex3, dicho índice fue mayor con  $-0.072$  MPa de PO que con  $-0.036$  MPa de PO porque hubo mayor cantidad de materia seca acumulada en hojas que en tallos como lo muestra la Figura 1.2.

Cuadro 1.2. Análisis de varianza de algunas relaciones del área foliar y la materia seca acumulada en el jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) por efecto del PO de la solución nutritiva.

	Área foliar	IAF	RPF	AFE	RAF
CV	ns	Ns	***	ns	ns
PO	**	**	**	ns	**
CV*PO	ns	Ns	*	ns	ns
C. V.	26.74	26.74	8.79	22.04	21.20

CV: cultivar; PO presión osmótica; C. V.: coeficiente de variación; IAF: índice de área foliar; RPF: relación de peso foliar; AFE: área foliar específica; RAF: relación de área foliar; ns: no significativo; \*, \*\*, \*\*\*: significativo con 0.05, 0.01 y 0.0001 respectivamente.

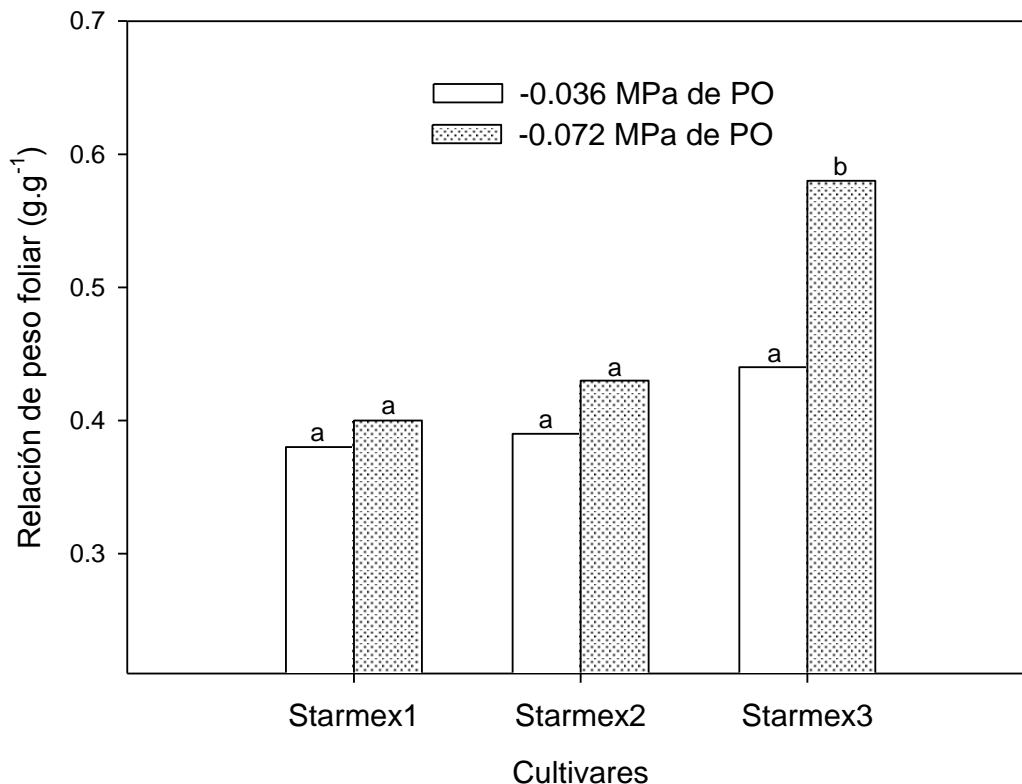


Figura 1.3. Efecto interactivo simple entre el PO de la solución nutritiva y las selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) sobre la relación de peso foliar.

### CONCLUSIONES

El potencial osmótico de la solución nutritiva no es un factor que modifica el sistema radical y el crecimiento de las variedades de jitomate de costilla.

La altura de planta y la longitud de entrenudos fue similar entre las selecciones y no se modifican por efecto del PO de la solución nutritiva.

El diámetro del tallo de las plantas se incremento significativamente por efecto del potencial osmótico, además de que hubo diferencias significativas entre selecciones.

Se presentó una relación directa entre la acumulación de materia seca en Starmex1 y Starmex3 por efecto del potencial osmótico. En Starmex3 no hubo diferencias.

El área foliar y el índice de área foliar fue similar entre cultivares y niveles de PO de la solución nutritiva.

### LITERATURA CITADA

- Agong S. G., Schittenhelm S., Friedt W. 2001. Genotypic variation of kenyan tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) germplasm. The Journal of Food Technology in Africa. 6: 1: 13-17.
- Agong S. G., Yoshida Y., Yazawa S. 2004. Tomato response to salt stress. Acta Horticulture. 637:93-97.
- Atamian H. S., Dagher R., Gerges E., Sobh H., Talhouk R., Mohtar El C. 2009. Breeding for a Lebanese type of tomato with combined resistance to tomato yellow leaf curl virus, fusarium and verticillium wilts using marker assisted selection tools. Acta Horticulturae. 808:151-155.
- Bellert C., Le Bot J., Dorais M., Lopez J., Gosselin A. 1998. Nitrogen accumulation and growth of fruiting tomato plants in hydroponics. Acta Hort. 458: 293-301.
- Bellon R. M., Berthaud J. 2004. Transgenic maize and the evolution of landrace diversity in Mexico. The importance of farmers' behavior. Plant Physiology. 134:883-888.
- Benincasa P., Beccafichi C., Guiducci M., Tei F. 2006. Source-Sink relationship in processing tomato as affected by fruit load and nitrogen availability. Acta Hort. 700: 63-66.
- Bledsoe T. M., Oriens C. M. 2006. Vascular pathways constrain <sup>13</sup>C accumulation in large root sinks of *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). American Journal of Botany. 93: 6: 884-890.
- Bletsos F. A., Goulas C. 2002. Fresh consumption tomato performance of a local landrace and derived lines. Acta Horticulture. 579:95-100.
- Carravedo F. M. 2006. Variedades autóctonas de tomates de Aragón. Centro de investigaciones de tecnología agroalimentaria de Aragón. 238 p.

- de Groot C. C., Marcelis L. F. M., van den Boogaard R., Kaiser W. M., Lambers H. 2003. Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. *Plant and Soil* 248: 257-268.
- De Santiago. 2006. Nuevos tomates: mejoramiento genético y su adaptación a los sistemas de cultivo. *In: Productores de hortalizas*. 10-12.
- Dieleman J. A., Heuvelink E. 1992. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. *Journal of Horticultural Science*. 67: 1: 1-10.
- Enriquez R. S. A., Alcántar G. G., Castellanos R. J. Z., Arjona S. E., González E. D., Lazcano F. I. 2002. Nutrición mineral acoplada al rendimiento (NUMAC): curva de concentración crítica y demanda de nitrógeno. *Terra* 21:177-183.
- Foolad M. R., Merk H. L., Ashrafi H. 2008. Genetics, genomics and breeding of late blight and early blight resistance in tomato. *Critical Reviews in Plant Sciences* 27:2:75-107.
- Foolad M. R., Subbiah P., Zhang L. 2007. Common QTL affect the rate of tomato seed germination under different stress and nonstress conditions. *International Journal of Plant Genomics*. doi:10.1155/2007/97386. 1-10.
- Fujita K., Okada M., Lei K., Ito J., Ohkura K., Adu-Gyamfi J. J., Mohapatra P. K. 2003. Effect of P-deficiency on photoassimilate partitioning and rhythmic changes in fruit and stem diameter of tomato (*Lycopersicon esculentum*) during fruit growth. *Journal of Experimental Botany* 54: 392: 2519-2528.
- García A., Guzmán G. I., Soriano J. J. 2004. Evaluación de variedades locales de tomate para su conservación *in situ* en agricultura ecológica. *In: IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, Córdoba. 19-23 de septiembre de 2000. Fundación Cátedra Iberoamericana. Palma de Mallorca.
- Giordano I., Pentangelo A., Carboni A. 2004. Bio-morphological and productive characterization of several accessions of small "pomodorino di corbara" tomatoes. *Acta Horticulturae*. 487: 343-347.
- Greenwood J. D. 1983. Quantitative theory and the control of soil fertility. New



- Phytol. 94:1-18.
- Herrera L. A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra* 17:3:121-129.
- Lynch P. J., Clair St. B. S. 2004. Mineral stress: the missing link in understanding how global climate change will affect plants in real world soils. *Field Crop Research*. 90:101-115.
- Martínez R. M. M., Santa C. A., Estañ M. T., Caro M., Bolarín M. C. 2002. Influence of rootstock in the tomato response to salinity. *Acta Horticulture*. 573: 455-460.
- Nicola S., Basoccu L. 2000. Timing of nitrogen application influences tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seedling nitrogen content, growth rate and biomass partitioning, and field fruit earliness. *Acta Hort*. 533: 127-134.
- Nuez F., Prohens J., Blanca M. J. 2004. Relationships, origin, and diversity of Galápagos tomatoes: implications for the conservation of natural populations. *American Journal of Botany*. 91:86-99.
- Oyadenel E., Wolfe D. W., Monforte A. J., Tanksley S. D., Owens T. G. 2001. Using *Lycopersicon hirsutum* as a source of cold tolerance in processing tomato breeding. 542: 387-391.
- Paczka O., R., Martínez A., M. A., Sánchez G., J. J. 2003. Recursos fitogenéticos autóctonos. 27-50 pp. *In: Recursos filogenéticos de México para la alimentación y la agricultura*. 2003. SNICS, SOMEFI. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México.
- Pressoir G., Berthaud J. 2004. Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. *Heredity*. 92:95-101.
- Primieri C. B., Sheng G. L. T., Gobbi G. F., Echeverrigaray S. 2006. Genetic diversity among brazilian cultivars and landraces of tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. Reveled by RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53:395-400.
- Ramírez V. P., Rodríguez G. M. N., Castillo G. F. 2006. Diversidad morfológica en poblaciones de jitomate nativas de México. Instituto de recursos genéticos y productividad. Colegio de Postgraduados.

- Rinaldi M., Convertini G., Elia A. 2007. Organic and mineral nitrogen fertilization for processing tomato in Southern Italy. *Acta Horticulturae*. 758:241-248.
- Rodríguez Mendoza M. N., Alcántar G. G., Aguilar Santelises A., Etchevers B. J. D., Santizó Rincón J. A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra Latinoamericana* 16: 2: 135-141.
- Sánchez del C. F., Ortíz C. J., Mendoza C. Ma. del C., González H. V. A., Colinas L. M. T. 1999. Características morfológicas asociadas con un arquetipo de jitomate para un ambiente no restrictivo. *Agrociencia* 33: 1: 21-29.
- SAS Institute. 2001. The SAS system for windows. Versión 8.1. N. C., USA.
- Sausser B. J., Giacomelli G. A., Janes H. W. 1998. Modelling the effects of air temperature perturbations for control of tomato plant development. *Acta Horticulture*. 456: 87-92.
- Steiner, A. A. 1961. A method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and soil*. 15: 134-154.
- Suzuky J. Y., Bollivar D. W., Bauer C. E. 1997. Genetic analysis of chlorophyll biosynthesis. *Annu. Rev. Genet.* 31:61–89.
- Tei F., Benincasa P., Guiducci M. 2002. Effect of N Availability on Growth, N Uptake, Light Interception and Photosynthetic Activity in Processing Tomato. *Acta Hort.* 571: 209-216.
- Volke H. V., Etchevers B. J. D., Sanjuan R. A., Silva P. T. 1997. Modelo de balance nutrimental para la generación de recomendaciones de fertilización para cultivos. *Terra* 16:79-91.

## **CAPÍTULO 2. EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL DEL JITOMATE DE COSTILLA** **(*Solanum lycopersicum* Mill.)**

### **RESUMEN**

El estado nutrimental de los cultivos depende de factores ambientales, manejo agronómico y variedades utilizadas para la producción, y tradicionalmente, mantener una concentración foliar de macronutrientes y micronutrientes permite tener un óptimo rendimiento, sin embargo, variedades comerciales demandan gran cantidad de fertilizantes para obtener dicho rendimiento, en especial el cultivo de jitomate. Por lo que el uso de variedades locales de jitomate representa una alternativa potencial para disminuir el uso de fertilizantes y mantener los rendimientos. Debido a ello y siendo poblaciones nativas de México, fueron utilizadas tres selecciones de jitomate de costilla (Starmex1, Starmex2 y Starmex3) con el objetivo de establecer su extracción nutrimental y estado nutrimental en condiciones de invernadero e hidroponía utilizando dos niveles de PO (-0.036 y -0.072 MPa).

De acuerdo con las concentraciones foliares y los índices DOP calculados, Starmex1 a -0.036 MPa el Mg y P fueron deficientes y a -0.072 MPa hubo déficit de K, y exceso de  $P > Mg > Ca$ . En Starmex2, a -0.036 MPa el P estuvo en exceso, y a -0.072 MPa, hubo deficiencia de  $P > Ca$ . Starmex3 estuvo suficiente, excepto que hubo exceso de K a -0.036 MPa de PO. El Fe estuvo en el rango suficiente, excepto para Starmex2 que a -0.072 estuvo en exceso.

La extracción nutrimental fue determinada en Starmex2 para dos ciclos de cultivo, siendo de 10.85, 3.3, 16.7, 18.38, 6.0 y 0.098 ( $g \cdot planta^{-1}$ ) en el 2007 y de 11.34, 2.04, 14.81, 12.65, 4.01 y 0.058 ( $g \cdot planta^{-1}$ ) en el 2008 para N, P, K, Ca, Mg y Fe respectivamente, siendo significativamente mayor en el 2007 para P, K, Mg y Fe, el resto fueron similares entre los ciclos de cultivo.

Las lecturas SPAD entre selecciones cambiaron por diferencias genéticas entre ellas y no por efecto del PO de la solución nutritiva.

## INTRODUCCIÓN

La demanda nutrimental de un cultivo agrícola es la cantidad de nutrimentos que se requieren para satisfacer sus funciones metabólicas durante su ciclo de crecimiento y desarrollo, la cual se calcula con base en el rendimiento y el valor del requerimiento interno (RI) del nutrimento en cuestión (Rodríguez, 1990). El RI se refiere a la concentración nutrimental óptima en la biomasa aérea total en el momento de la cosecha (Greenwood *et al.*, 1980). Por lo que la producción de un cultivo depende de un adecuado suministro de nutrimentos a la planta, y de la interacción de muchos factores como especies y variedades, nivel de rendimiento, tipo de suelo, ambiente (temperatura, agua y radiación solar) y manejo (Havlin *et al.*, 1999).

Conocer la relación entre los resultados del análisis y la respuesta del cultivo es esencial para proveer la recomendación más apropiada de nutrimentos (Havlin *et al.*, 1999). Por lo que para valorar el comportamiento nutricional de un cultivo se necesitan conocer: 1) su ciclo de vida y etapas desarrollo de un planta, 2) sistema radical, y 3) cantidades totales que de cada nutrimento que requiere un cultivo específico para completar su ciclo (Bertsch, 1998).

En la actualidad varios enfoques englobados en el balance nutrimental, que se basa en la demanda de nutrimentos por el cultivo, el suministro de ellos por el suelo y la eficiencia de recuperación de los mismos, permite generar dosis en menor tiempo y costo, además que se requiere menos información en comparación con otras formas de generar dosis (Volke *et al.*, 1997).

El crecimiento, desarrollo y producción de las plantas requieren un suministro continuo y adecuado de nutrimentos minerales esenciales, pero si éste es limitado (carencia: precipitación, inmovilización, fijación, o exceso de algunos nutrimentos), el crecimiento de la planta se retrasa o detiene, y en última instancia resulta en desórdenes nutricionales o fisiológicos, para lo cual se han desarrollado diversos métodos de diagnóstico entre los que se encuentran el análisis de suelo, la identificación sintomatológica, las pruebas bióticas y el análisis vegetal (Alcántar y Sandoval, 1999; Castellanos *et al.*, 2000).

La forma más común para saber la concentración nutrimental en el follaje es el análisis de tejido vegetal, que permite el uso del contenido mineral en las plantas como indicador de su situación nutricional y/o fisiológica asociada al logro de altos rendimientos y mejores características de calidad del producto cosechado, en relación con el grado de abastecimiento y disponibilidad nutricional del sustrato, generalmente el suelo (Castellanos *et al.*, 2000). El estado nutricional de una planta se refleja mejor en las hojas que en otros órganos de la planta (Mills y Benton, 1996). Y la manera de definir un valor de concentración de un tejido como valor crítico es designar un rango de concentración, denominado rango crítico nutrimental, en el cual el rendimiento se reduce un 10 % (Mills y Benton, 1996). Sin embargo, la parte vegetal muestreada, etapa de crecimiento, genotipo y localización geográfica causan variaciones en la concentración nutrimental de la planta (Mills y Benton, 1996). Por lo que algunos investigadores han propuesto técnicas para interpretar dichos análisis, tomando en cuenta varios aspectos como la técnica DRIS (Rodríguez y Rodríguez, 2001).

Existen otras con similar exactitud como la llama “desviación del óptimo porcentual” o “DOP”, que evalúa simultáneamente la intensidad y calidad de la nutrición y permite conocer el orden de limitación nutrimental. Esta técnica está basada en óptimos nutrimentales (valores de referencia) establecidos en función de la producción y su interrelación con los contenidos de cinco nutrimentos (N, P, K, Ca, y Mg) y sus diez relaciones binarias. Un índice DOP es definido como la desviación porcentual de la concentración de un nutrimento (% sobre materia seca) con respecto a la concentración óptima considerada valor de referencia. El signo DOP para un determinado elemento, será negativo en caso de déficit, positivo en caso de exceso y cero cuando coincida con el óptimo de referencia. Los índices DOP se calculan como  $\text{Índice}_{\text{DOP}} = (C \times 100) / C_{\text{ref}} - 100$ , donde C es la concentración foliar del elemento (% base materia seca) en la muestra analizada (muestra problema),  $C_{\text{ref}}$  es el valor de referencia o el óptimo del mismo elemento (% sobre materia seca) definido por las mismas condiciones en que fue tomada la muestra problema y, lógicamente, para el mismo cultivo (Montañez *et al.*, 1991).

También existen técnicas rápidas de diagnóstico nutrimental como el análisis de savia y el extracto celular de peciolo para conocer la concentración de iones específicos como  $\text{N-NO}_3^-$  y  $\text{K}^+$  (Alcántar y Sandoval, 1999; Castellanos *et al.*, 2000). Además existen otras para hacer estimaciones indirectas como el uso del medidor de clorofila, cuyas lecturas están correlacionadas con el contenido de clorofila, nitrógeno, magnesio y hierro (Lombard *et al.*, 2010; Pestana *et al.*, 2004). Hasta ahora, para optimizar la fertilización la investigación se ha enfocado a la sincronización entre los tiempos de aplicación de fertilizantes y la absorción de nutrimentos utilizando tecnologías de aplicación de fertilizantes y riego y al manejo de las condiciones ambientales, basada en diversas herramientas de diagnóstico nutrimental, que generalmente elevan los costos de producción. Por lo que una alternativa poco explorada es el uso de variedades locales, ya que tras años de selección por agricultores locales las han adaptado a muchos tipos microclimas y suelos, y que poseen una amplia base genética (Bellon y Berthaud, 2004; Pressoir y Berthaud, 2004).

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el estado nutrimental y estimar la extracción nutrimental del jitomate de costilla cultivado en dos niveles de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

Determinar la extracción nutrimental de tres selecciones de jitomate de costilla cultivadas a -0.036 y -0.072 MPa de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.

Determinar el estado nutrimental y establecer las normas DOP de tres selecciones de jitomate de costilla cultivado a -0.036 y -0.072 MPa de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.

### **HIPÓTESIS**

La extracción nutrimental es similar en las selecciones de jitomate de costilla cultivado con dos niveles de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.

### **HIPÓTESIS PARTICULARES**

La extracción nutrimental del jitomate de costilla es similar a -0.036 y -0.072 MPa de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.

El estado nutrimental de las selecciones de jitomate de costilla es similar y se encuentran en los niveles de suficiencia de acuerdo con las normas DOP generadas.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento fue establecido en un invernadero tipo túnel con cubierta plástica del 5 de junio al 1 de octubre de 2007, cuya temperatura media fue de 20.87°C y extremas de 12.33°C como mínima y 36.44°C como máxima. El material vegetal utilizado fueron Starmex1, Starmex2 y Starmex3 de jitomate de costilla (*Solanum*

*lycopersicum* Mill.), germinados en charolas con peat moss, cuya fertilización inicio tres días después de la emergencia con la solución nutritiva Steiner a -0.018 MPa de potencial osmótico (PO) y pH de 5.5. Fue trasplantado a los 35 días de edad (5 de junio del 2007) en macetas con capacidad de 20 litros con 0.6 m entre plantas y 1.20 m entre hileras, utilizando como sustrato una mezcla de tezontle rojo (0.3-0.5 cm) con fibra de coco en proporción 3:1. En esa fecha, se iniciaron los tratamientos con la solución de Steiner (Steiner, 1961) a -0.036 MPa (CE de  $1.05 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) y -0.072 MPa de PO (CE de  $2.1 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) y pH de 5.5. Los riegos con las soluciones se hicieron manualmente a las 08:00, 10:00, 15:00 y 17:00 horas, adicionalmente, se aplicaron riegos a las 12:00 y 14:00 horas con agua acidulada (pH= 5.5), y cada 15 días se realizaron lavados al sustrato con la misma agua acidulada. El cultivo se condujo a un tallo hasta el racimo 12 podando los brotes laterales. La unidad experimental consistió de una planta en una maceta con cuatro repeticiones; se utilizó el diseño experimental de bloques completos con tratamiento aleatorizados con arreglo factorial de 3X2.

La extracción nutrimental se determinó durante dos ciclos (2007 y 2008) para Starmex2, por lo que al final de cada ciclo, se midió la materia seca acumulada en tallos ( $238.89$  y  $111.51 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$  para 2007 y 2008 respectivamente) y hojas ( $185.77$  y  $188.35 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$  para 2007 y 2008 respectivamente) incluyendo los brotes laterales podados, en la que se cuantificó la concentración de los macronutrientes (% base materia seca): nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, así como también la del hierro (mg base materia seca). Se calcularon los índices DOP y los rangos de suficiencia de los índices DOP (tomando como valores mínimo y máximo los límites de confianza) para Starmex1, Starmex2 y Starmex3 siguiendo la metodología propuesta por Montañez *et al.* (1991), utilizando la fórmula:  $\text{Índice}_{\text{DOP}} = (C \times 100)/C_{\text{ref}} - 100$ , donde C es la concentración foliar del elemento (% base materia seca) en la muestra analizada (muestra problema),  $C_{\text{ref}}$  es el valor de referencia o el óptimo del mismo elemento (% sobre materia seca) definido en las mismas condiciones en que fue tomada la muestra problema. Durante el crecimiento del cultivo fueron registradas semanalmente lecturas SPAD con un medidor de clorofila como lo indican Rodríguez *et al.*



(1998). Se hizo un análisis de varianza de los resultados y se compararon las medias usando la prueba de Tukey, usando el paquete computacional SAS (SAS, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis de varianza, la concentración de N en las hojas del tomate de costilla cambió significativamente por el efecto principal del factor PO ( $\alpha=0.05$ ), siendo similar entre variedades contrario a lo reportado por Moreno *et al.* (2003), mientras que la concentración de calcio en los mismo órganos sólo se modificó significativamente entre las variedades como lo muestra el Cuadro 2.1. La concentración de hierro en las hojas fue similar entre los efectos principales y la interacción simple de los factores en estudio (PO y variedades) con  $\alpha=0.05$  (Cuadro 2.1), pues su concentración fue la misma en las soluciones nutritivas utilizadas.

Cuadro 2.1. Efecto del PO de la solución nutritiva Steiner sobre la concentración foliar de nitrógeno (N), calcio (Ca) y Hierro (Fe) en tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivadas en hidroponía e invernadero.

F. V.	N	Ca	Fe
	----- % -----		mg·g <sup>-1</sup>
Cultivar	ns	*	ns
Potencial osmótico	*	ns	ns
V*PO	ns	ns	ns
C. V. (%)	15.05	21.40	48.40

F.V.: fuente de variación; V: variedad; PO: potencial osmótico; ns, \*; no significativo, significativo con  $\alpha=0.05$ .

En la concentración foliar de fósforo se tuvieron efectos significativos en la interacción simple del PO de la solución nutritiva y las selecciones (Cuadro 2.2), donde Starmex1 tuvo mayor concentración de P a -0.072 MPa de PO. En Starmex2 se tuvo mayor concentración de P en la solución nutritiva más diluida,

mientras que Starmex3 tuvo la misma tendencia que Starmex1. Tales variaciones en las concentraciones de P se deben a las diferencias genéticas entre cultivares y su respuesta al PO de la solución nutritiva usada como lo indican Moreno *et al.* (2003). Debido a que el tomate de costilla tiene gran cantidad de flores y frutos de manera natural, y después de cierta etapa de crecimiento éstas dos fases se traslapan su demanda energética es alta, lo cual se reflejó en altas concentraciones foliares de P en comparación con otros cultivares, cuyas concentraciones foliares son de 0.14-0.23 % (Ruiz *et al.*, 2006), llegándose a reportar hasta 0.90 % (Moreno *et al.*, 2003)

Cuadro 2.2. Efecto del PO de la solución nutritiva Steiner sobre la concentración foliar de fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) en tres variedades de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.

Factor		Fósforo	Potasio	Magnesio
		-----%-----		
Cultivar		Ns	**	ns
Potencial osmótico		Ns	***	**
V*PO		**	**	**
Variedad	PO (MPa)			
Starmex1	-0.036	‡0.91 <sup>b</sup>	3.75 <sup>a</sup>	1.62 <sup>b</sup>
	-0.072	1.19 <sup>a</sup>	2.67 <sup>b</sup>	2.25 <sup>a</sup>
Starmex2	-0.036	1.12 <sup>a</sup>	3.95 <sup>a</sup>	1.90 <sup>a</sup>
	-0.072	0.85 <sup>b</sup>	3.62 <sup>a</sup>	1.80 <sup>a</sup>
Starmex3	-0.036	0.96 <sup>a</sup>	4.52 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>
	-0.072	1.04 <sup>a</sup>	2.99 <sup>b</sup>	2.22 <sup>a</sup>
C. V. (%)		21.13	18.29	18.47

F.V.: fuente de variación; V: variedad; PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; ‡: medias con la misma letra son estadísticamente iguales. ns, \*\*, \*\*\*; no significativo, significativo con  $\alpha=0.01$ , significativo con  $\alpha=0.0001$ .

La concentración foliar de potasio (K) cambio significativamente por los efectos principales del PO y el cultivar ( $\alpha=0.05$ ), como ocurrió en su interacción simple (Cuadro 2.2). Como se observa en el Cuadro 2.2, Starmex1 y Starmex3 presentaron la misma tendencia pues tuvieron mayor concentración foliar de K con -0.036 MPa de PO que con -0.072 MPa de PO que favoreció la absorción de agua (Adams y Ho, 1993). Lo cual se debió al rápido crecimiento de Starmex1 y a que Starmex3 tuvo frutos más grandes, requiriendo en ambos casos una mejor regulación hídrica de la parte aérea, siendo el K el principal regulador del estrés hídrico. No obstante, Starmex2 tuvo similar concentración foliar de K en ambos PO. Aunque se ha reportado que la concentración de K en las hojas disminuye en la fructificación (Ruiz *et al.*, 1993), en cultivares de crecimiento indeterminado como el jitomate costilla se mantienen mayores concentraciones del mismo para satisfacer su demanda en flores y frutos, pues dichas fases ocurren simultáneamente.

El magnesio (Mg) en las hojas fue similar entre las variedades como se muestra en el análisis de varianza del Cuadro 2.2, sin embargo, su concentración cambió por efecto del potencial osmótico y en su interacción simple con la variedad como lo muestra el Cuadro 2.2 ( $\alpha=0.05$ ). Siendo en Starmex1 donde se observó un cambio significativo, pues con mayor PO la absorción de Mg se incrementó (Cuadro 2.2) como se ha reportado en otras investigaciones (Gunes *et al.*, 1998), mientras que en Starmex2 y Starmex3 la concentración de dicho macronutriente fue similar en ambos PO ( $\alpha=0.05$ ).

El cultivar Starmex2 acumuló significativamente más nitrógeno y potasio en el follaje durante el ciclo 2007 que en el 2008 ( $\alpha=0.05$ ) porque en ese ciclo (2007) prevalecieron temperaturas altas y baja humedad relativa (Figura 2.1) que propició el transporte de K al follaje necesario para regular su condición hídrica como lo reportan Osuna *et al.*, 2007, mientras que las cantidades de fósforo, calcio, magnesio y hierro fueron estadísticamente similares en los dos ciclos de cultivo (Cuadro 2.3).

En el tallo se acumuló significativamente más nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio durante el ciclo 2007 que en el 2008 a pesar de que se tuvo menor

acumulación de materia seca en los tallos para ese mismo ciclo ( $\alpha=0.05$ ), excepto el hierro que fue similar en ambos ciclos. Esto fue posible por las condiciones ambientales prevalecientes en ese ciclo (Figura 2.1) y a que el cultivo se encontraba en etapa de producción, por lo que gran cantidad de nutrimentos estaban siendo transportados hacia el follaje y frutos a través de los tallos y muchos de ellos, sobre todo los divalentes se quedan en estos tejidos conductores, aunado a ello, las condiciones ambientales propiciaron también el transporte hacia los tallos como lo indican Taylor y Lacascio (2004).

Finalmente, la extracción de nitrógeno y calcio por planta fue estadísticamente similar durante los ciclos 2007 y 2008, con cantidades similares a las reportadas por Na *et al* (2007) de  $11.25 \text{ g de N} \cdot \text{planta}^{-1}$  para tomates en invernadero.

Cuadro 2.3. Extracción nutrimental de la variedad Starmex2 de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivada en hidroponía e invernadero durante dos ciclos de cultivo (2007 y 2008).

F. V.	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Hierro
Hojas (g-planta <sup>-1</sup> )						
Ciclo	**	ns	**	ns	ns	ns
CV (%)	14.40	41.96	17.22	44.54	36.67	71.900
2007	‡5.72 <sup>b</sup>	1.58 <sup>a</sup>	6.72 <sup>b</sup>	13.06 <sup>a</sup>	3.35 <sup>a</sup>	0.071 <sup>a</sup>
2008	7.96 <sup>a</sup>	1.20 <sup>a</sup>	9.20 <sup>a</sup>	10.62 <sup>a</sup>	3.24 <sup>a</sup>	0.045 <sup>a</sup>
DMS	0.97	0.49	1.16	4.46	1.02	0.035
Tallos (g-planta <sup>-1</sup> )						
Ciclo	***	**	***	*	***	ns
CV (%)	18.30	38.66	15.43	85.78	50.92	107.49
2007	5.13 <sup>a</sup>	1.72 <sup>a</sup>	9.97 <sup>a</sup>	5.32 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>	0.026 <sup>a</sup>
2008	3.37 <sup>b</sup>	0.84 <sup>b</sup>	5.60 <sup>b</sup>	2.02 <sup>b</sup>	0.76 <sup>b</sup>	0.013 <sup>a</sup>
DMS	0.71	0.42	1.01	2.66	0.73	0.017
Total por planta (g-planta <sup>-1</sup> )						
Ciclo	ns	**	*	ns	**	*
CV (%)	10.70	29.50	11.52	43.96	35.57	55.65
2007	10.85 <sup>a</sup>	3.30 <sup>a</sup>	16.70 <sup>a</sup>	18.38 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	0.098 <sup>a</sup>
2008	11.34 <sup>a</sup>	2.04 <sup>b</sup>	14.81 <sup>b</sup>	12.65 <sup>a</sup>	4.01 <sup>b</sup>	0.058 <sup>b</sup>
DMS	1.14	0.66	1.53	5.77	1.42	0.036

F.V.: fuente de variación; CV: coeficiente de variación; DMS: diferencia mínima significativa; ‡: medias con la misma letra son estadísticamente iguales. ns, \*\*, \*\*\*; no significativo, significativo con  $\alpha=0.01$ , significativo con  $\alpha=0.0001$ .

El fósforo extraído por planta fue significativamente mayor en el ciclo 2007 que en el 2008, como sucedió con el K, debido al estrés causado por las altas temperaturas y la baja humedad relativa (Figura 2.1) como lo menciona MacRobbie, 2006, por lo que también sus valores son más altos a los obtenidos por Na *et al* (2007) de 11.25 g de K por planta.

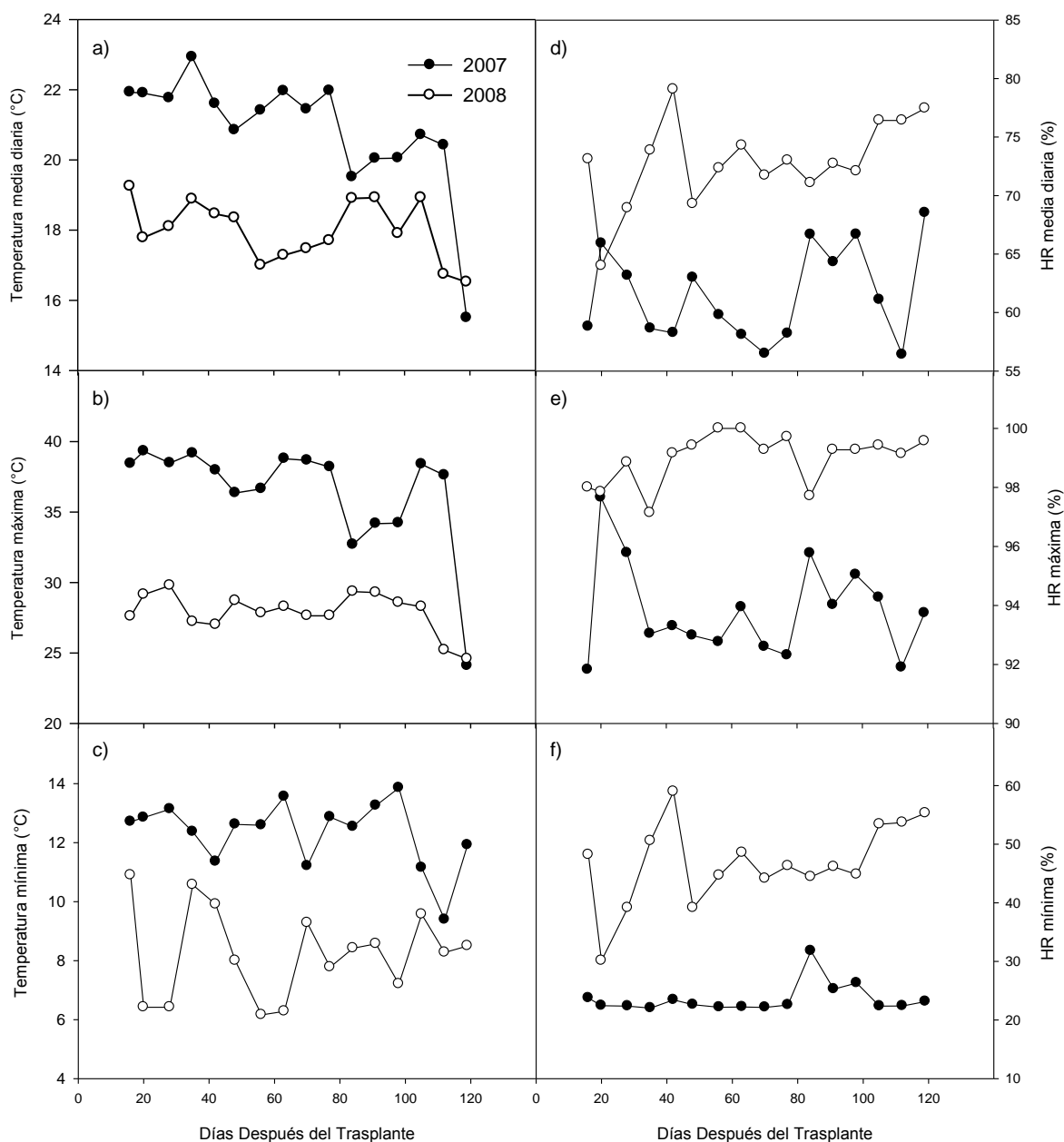


Figura 2.1. Temperatura (a) media, b) máxima y c) mínima) y humedad relativa (d) media, e) máxima y f) mínima) prevalencias en el invernadero durante el cultivo hidropónico de la variedad Starmex2 de jitomate de costilla (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

El Mg fue otro de los nutrimentos extraído en mayor proporción durante el ciclo 2007 que durante el 2008 también causado por el estrés hídrico de la planta y su

necesidad de producir carbohidratos para aliviarlo. En general, los macronutrientes asociados a disminuir el estrés ambiental como el P, K, Mg y Fe fueron absorbidos en mayor cantidad para el aporte y generación de energía y la regulación del estado hídrico del tomate de costilla.

De acuerdo a la metodología indicada por Montañez *et al.* (1991), la norma establecida para los macronutrientes (%) fue de 3.14N, 1.01P, 3.58K, 8.26Ca, 1.95Mg y 326.59mg para Fe en el tomate de costilla durante la producción de frutos, teniendo como rangos 2.50-3.76N, 0.93-1.10P, 2.87-4.29K, 7.62-8.89Ca, 1.69-2.21Mg y 270.51-382.68Fe. Con base en ello, fueron calculados los índices DOP para detectar deficiencias, excesos o suficiencias en la nutrición del tomate de costilla al compararlos con los valores de los índices DOP del rango de suficiencia (Figura 2.2).

Cuadro 2.4. Índices DOP en tres variedades de jitomate de costilla (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivadas en hidroponía e invernadero con dos potenciales osmóticos (PO) de la solución nutritiva Steiner.

Factor		N	P	K	Ca	Mg	Fe
Variedad	PO (MPa)						
Starmex1	-0.036	0.32	-9.90	4.75	4.48	-16.92	-5.49
	-0.072	9.87	17.82	-25.42	12.11	15.38	-14.45
Starmex2	-0.036	7.01	10.89	10.34	0.85	-0.51	-6.63
	-0.072	-2.23	-15.84	1.12	-14.89	-7.69	18.41
Starmex3	-0.036	8.92	-4.95	26.26	-3.63	-4.10	15.69
	-0.072	-5.41	2.97	-16.48	0.97	13.85	-7.52
Rango		Rango de suficiencia de los índices DOP					
Mínimo		-20.38	-7.92	-19.83	-7.75	-13.33	-17.17
Máximo		19.75	8.91	19.83	7.63	13.33	17.17

Comparando los índices DOP de cada nutriente con los calculados para el rango de suficiencia del Cuadro 2.4, en Starmex1 el N fue suficiente, sin embargo, el P a un PO de -0.032 MPa fue deficiente mientras que a -0.072 MPa estuvo en exceso.

El K fue suficiente a -0.032 MPa, siendo deficiente con -0.072 MPa. El Ca también fue suficiente con -0.036 MPa, mientras que a -0.072 MPa estuvo en exceso, en tanto que el Mg fue deficiente a -0.036 MPa y a -0.072 MPa manifestó exceso. El Fe en esta variedad estuvo dentro del rango de suficiencia. Así, el orden de limitación por déficit a -0.036 MPa fue  $Mg > P$ , mientras que a -0.072 MPa, el único nutrimento limitante por déficit fue el K, y por exceso, el orden fue  $P > Mg > Ca$ .

En Starmex2, del Cuadro 2.4 se puede apreciar que el N, K y Mg se ubicaron dentro del rango de suficiencia. El P a -0.036 MPa estuvo en exceso, contrario a lo que ocurrió a -0.072 MPa. El Ca fue suficiente con -0.036 MPa mientras que a -0.072 MPa manifestó deficiencia. El Fe también fue suficiente a -0.036 MPa, pero estuvo en exceso a -0.072 MPa. Por lo que a -0.036 MPa, el P fue el único nutrimento limitante por exceso, mientras que a -0.072 MPa, el orden de limitación por deficiencia fue  $P > Ca$  y el orden de limitación por exceso fue Fe con 18.41.

Para Starmex 3, el N, P, Ca y Fe estuvieron dentro del rango de suficiencia de los índices DOP como se observa en el Cuadro 3. Sin embargo, el K con -0.036 MPa estuvo en exceso, aunque a -0.072 MPa se mantuvo dentro del rango de suficiencia. El Mg fue suficiente a -0.036 MPa, mientras que a -0.072 MPa estuvo ligeramente fuera del rango de suficiencia. En este cultivar, únicamente el K fue el limitante por exceso a -0.036 MPa de PO.

De acuerdo a esta información, Starmex1 fue el cultivar con mayor estrés nutrimental, seguido de Starmex2, mientras que Starmex3 fue el que mejor se adaptó a las condiciones de cultivo al presentar menos limitaciones nutricionales. Por lo que características similares a las de Starmex2 y Starmex3 pueden evitar la contaminación por uso excesivo de fertilizantes como lo reportan Segura *et al* (2009), pues tienen la capacidad de abastecerse de nutrimentos aun bajo estrés como se ha indicado en algunos cultivares de tomate comercial (Lozano *et al.*, 1995).

Las lecturas SPAD fueron otro indicador del estado nutricional del tomate de costilla, pues como se indica en el Cuadro 2.5 y Anexo 2.1, únicamente se tuvieron diferencias altamente significativas entre significativas entre variedades pero sólo para los efectos principales, mientras que en el efecto principal del factor



PO se detectaron diferencias estadísticas para algunas fechas. El efecto interactivo simple entre variedades y PO no fue significativo ( $\alpha=0.05$ ), aunque a los 70 ddt si fue significativo.

Cuadro 2.5. Análisis de varianza de las lecturas SPAD registradas durante el cultivo de tres variedades (V) de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) en hidroponía e invernadero con dos potenciales osmóticos (PO) de la solución nutritiva Steiner.

Factor	Días después del trasplante (ddt)								
	16	20	28	35	42	48	56	63	70
Cultivar	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Potencial osmótico	ns	ns	***	***	**	**	ns	*	*
CV*PO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
C. V.	7.93	4.10	1.81	3.87	5.39	5.39	8.45	9.54	9.24
	77	84	91	98	105	112	119		
Cultivar	***	***	***	***	***	***	***		
Potencial osmótico	*	**	ns	ns	**	*	ns		
CV*PO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
C. V.	4.62	7.16	10.80	9.99	8.58	10.77	8.93		

C. V.: coeficiente de variación; ns, \*, \*\*, \*\*\*: no significativo con  $\alpha=0.05$ , significativo con  $\alpha=0.05$ , significativo con  $\alpha=0.01$  y significativo con  $\alpha=0.0001$  respectivamente.

Esto confirma lo que visualmente pudo verse en campo, ya que Starmex3 tuvo follaje verde claro, mientras que Starmex1 y Starmex2 fue verde oscuro, siendo ésta una clara diferencia genética entre los cultivares como se ha demostrado otros cultivos (Bing *et al.*, 2009). Aunque se ha reportado que las lecturas SPAD varían por efecto de la fertilización (Rodríguez *et al.*, 1998), es importante tomar en cuenta el genotipo si se quiere hacer un correcto diagnóstico nutrimental mediante estas lecturas.

## CONCLUSIONES

Las concentraciones foliares de nitrógeno, calcio y hierro fueron similares entre cultivares y PO, y por efecto de altas temperatura y baja humedad relativa hubo significativamente mayor concentración de fósforo, potasio y magnesio con -0.072 MPa de PO.

La extracción de nitrógeno y calcio fue similar entre los ciclos de cultivo, y por efecto de temperaturas altas y baja humedad relativa, se Starmex2 extrajo mayor cantidad de fósforo, potasio, magnesio y hierro por planta.

Starmex1 a -0.036 MPa el Mg y P fueron deficientes y a -0.072 MPa hubo déficit de K, y exceso de P>Mg>Ca. En Starmex2, a -0.036 MPa el P estuvo en exceso, y a -0.072 MPa, hubo deficiencia de P>Ca y exceso de Fe. Starmex3 tuvo exceso de K a -0.036 MPa de PO.

Las lecturas SPAD entre cultivares cambiaron por diferencias genéticas entre ellos y no por efecto del PO de la solución nutritiva.

## LITERATURA CITADA

- Adams P., Ho L. C. 1993. Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Plant and Soil*. 154: 127-132.
- Alcántar G. G., Sandoval V. M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México. 156 p.
- Bellon R. M., Berthaud J. 2004. Transgenic maize and the evolution of landrace diversity in Mexico. The importance of farmers' behavior. *Plant Physiology*. 134:883-888.
- Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. 1ra reimpresión. Asociación Costarricense de la Ciencia del suelo. San José, Costa Rica. 9-23 pp.
- Bing Y., Xiwen C., Brady V., Jinguo H. 2009. Genetic characterization and molecular mapping of a chlorophyll deficiency gene in sunflower (*Helianthus annuus*). *Journal of Plant Physiology* 166: 6: 644-651.

- Castellanos Z., J., Uvalle-Bueno, J. X., Aguilar-Santelises, A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición. INCAPA. Guanajuato, México. 226 p.
- Greenwood J. D., T. J. Cleaver, M. K. Turner, J. Hunt, K. B. Niendorf y S. M. H. Loquens. 1980. Comparison of the effects of potassium fertilizer on the yield, potassium content and quality of 22 different vegetable and agricultural crops. *J. Agric. Sci. Camb.* 95:441-456.
- Gunes A., Alpaslan M., Inal A. et al. 1998. Critical nutrient concentrations and antagonistic and synergistic relationships among the nutrients of NFT-grown young tomato plants. *Journal of Plant Nutrition* 21: 10: 2035-2047.
- Havlin J. L., Beaton J. D., Tisdale S. L., Nelson W. L. 1999. Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management. Prentice Hall. New Jersey, USA. 300-357 pp.
- Lombard K., O'Neill M., Mexal J., Ulery A., Onken B., Bettmann G., Heyduck R. 2010. Can soil plant analysis development values predict chlorophyll and total Fe in hybrid poplar. *Agroforest Syst* 78: 1-11.
- Lozano R. E., Carpena R., R. O., Gárate A. 1995. Calcium effect on K, Ca and Mg concentrations in xilem sap of tomato cvs. Marglobe and Carmelo. *Acta Hort.* 412: 416-424.
- MacRobbie E. A. C. 2006. Osmotic effects on vacuolar ion release in guard cells. *PNAS.* 103: 4: 1135-1140.
- Mahajan G., Sigh K. G. 2006. Response of greenhouse tomato to irrigation and fertigation. *Agricultural Water Management* 84: 202-206.
- Mills A., H., Benton J. Jr., J. 1996. Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micromacro publishing. Georgia, USA. 422 p.
- Montañez L., Heras L., Sanz M. 1991. Desviación del óptimo porcentual (DOP): nuevo índice para la interpretación del análisis vegetal. *An. Aula.* 20: 1-3: 93-107.

- Moreno D. A., Ahammad L., VÍllora G., Romero L. M. 2003. Relationship of leaf macronutrient concentrations in new tomato varieties to fruit yield. *Journal of Plant Nutrition* 26: 5: 1035-1054.
- Na Y., Yu-long Z., Hong-tao Z., Huang Y., Zhang Y., Dang X., Yang D. 2007. Evaluation of different irrigation and fertilization on growth of greenhouse tomato. *Fuzzy Information and Engineering* 40: 980-987.
- Osuna C. F. de J., Sandoval V. M., Trejo L. C., Alcántar G. G., Volke H. V., Ochoa M. D. L. 2007. Cubierta con polipropileno y fertilización potásica en fertirriego: implicaciones en crecimiento, rendimiento y nutrición del jitomate. *Terra Latinoamericana* 25: 1: 69-76.
- Pestana M., de Varennes A., Goss M. J., Abadía J., Aráujo F. E. 2004. Floral analysis as a tool to diagnose iron chlorosis in orange trees. *Plant and soil*. 259: 287-295.
- Pressoir G., Berthaud J. 2004. Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. *Heredity*. 92:95-101.
- Rodríguez Mendoza M. N., Alcántar G. G., Aguilar Santelises A., Etchevers B. J. D., Santizó Rincón J. A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra Latinoamericana* 16: 2: 135-141.
- Rodríguez O., Rodríguez V. 2001. Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas. Una revisión. *Rev. Fac. Agron.* 17: 449-470.
- Rodríguez S. J. 1990. Fertilización de cultivos. Un método racional. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Ruiz C., Sánchez A., Tua D. 2006. Efecto de la dosis y forma de colocación del potasio sobre la concentración foliar de macronutrientes en el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Rev. Fac. Agron.* 23: 161-171.
- SAS Institute. 2001. The SAS system for windows. Versión 8.2. N. C., USA.
- Segura M. L., Contreras J. I., Salinas R., Lao M. T. 2009. Influence of salinity and fertilization level on greenhouse tomato yield and quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 40: 485-497.

- Steiner, A. A. 1961. A method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and soil*. 15: 134-154.
- Taylor M. D., Lacascio S. J. 2004. Blossom-End rot: a calcium deficiency. *Journal of Plant Nutrition*. 27: 1: 123-139.
- Volke H. V., Etchevers B. J. D., Sanjuan R. A., Silva P. T. 1997. Modelo de balance nutrimental para la generación de recomendaciones de fertilización para cultivos. *Terra* 16:79-91.

### **CAPÍTULO 3. PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE TRES VARIEDADES DE JITOMATE DE COSTILLA (*Solanum lycopersicum* Mill.)**

#### **RESUMEN**

La calidad del jitomate depende de su uso y está relacionada con el sabor, color, olor, propiedades nutraceuticas y procesos de manejo. Los investigadores han mejorado estas características a través del uso de parientes silvestres y variedades locales. El jitomate de costilla es una variedad local pues se cultiva y comercializa localmente en algunas regiones de México, y se caracteriza por tener frutos acostillados y muy rojos, con crecimiento indeterminado.

El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad de los frutos del jitomate de costilla cultivado en invernadero con dos PO de la solución nutritiva Steiner (-0.036 y -0.072 MPa) utilizando tezontle como sustrato. Fueron establecidas las variedades Starmex1, Starmex2 y Starmex3 usando un diseño experimental de bloques completos con tratamientos aleatorizados con arreglo factorial 3X2. Las variables registradas fueron peso de frutos por planta y racimo, número de frutos por planta y racimo, tamaño y peso individual de los frutos, número de costillas y sépalos, grados Brix, pH, firmeza y contenido de licopeno. Se hizo un análisis de varianza y la prueba de medias Tukey para dichas variables.

El número de frutos es mayor con -0.072 MPa de PO en las tres variedades, aunque Starmex3 tuvo menor cantidad, pero al tener frutos más grandes, su peso fue similar o mayor al de Starmex1 y Starmex2. Los frutos de Starmex1 y Starmex2 se caracterizaron por ser pequeños, acostillados y redondos, los de Starmex3 fueron achatados y sin costillas. El pH de los frutos fue mayor a 5 con grados Brix de aproximadamente 5, su firmeza fue menor a 0.4 Kg-cm<sup>2</sup>. El contenido de licopeno en frutos varía de 22 a 28 mg·100 gr de pulpa<sup>-1</sup>.

Palabras clave: variedad local, calidad del fruto, recursos genéticos.

## INTRODUCCIÓN

La calidad de los jitomates, al igual que la de todos los productos alimenticios, está en función de las preferencias de los consumidores, en las que están incluidos atributos sensoriales, composición química, propiedades físicas, nivel microbiológico, contaminantes toxicológicos, vida en anaquel, empaque y etiquetado (Porretta, 1999). El concepto de calidad de los jitomates ha cambiado, ya que los consumidores prefieren alimentos nutraceuticos (alimentos que nutran y ayuden a mantener la salud humana al actuar como medicamentos), por lo que se demandan jitomates con buen sabor, olor, y color (Wolters y van Gemert, 1990). Según Alavoine *et al* (1990), estas propiedades están relacionadas con su contenido de azúcares, acidez titulable y pigmentación.

Históricamente, el jitomate es originario de América del Sur, sin embargo, fue domesticado en México donde aún se conservan materiales que se han sembrado año tras año por los agricultores (Nuez *et al.*, 1996; Carravedo, 2006; Ramírez *et al.*, 2006). Ejemplo de ello es el jitomate de costilla, que se produce usando mínima tecnología en los estados de Oaxaca, Guerrero, Veracruz, Puebla y Campeche, cuya producción se comercializa localmente con precios más altos que el de variedades comerciales (Rincón y Hernández, 2003; Paczka *et al.*, 2003; Carravedo, 2006). En otros países como Argentina (tomate platense), Estados Unidos (Zapotec rosado) y España (tomates tipo marmande) se cultivan jitomates que presentan una forma similar al fruto del cultivo en cuestión (Astegiano *et al.*, 2001; De Santiago, 2006; Ramírez *et al.*, 2006). Por lo que ésta investigación fue planteada con la finalidad de conocer el potencial productivo y la calidad de algunos materiales de jitomate de costilla colectados en México.

## OBJETIVO

Determinar el rendimiento y calidad del fruto del jitomate de costilla a  $-0.036$  MPa y  $-0.072$  MPa de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.

## HIPÓTESIS

El rendimiento y la calidad de los frutos del jitomate de costilla son similares a  $-0.036$  MPa y  $-0.072$  MPa de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado fue seleccionado previamente por su resistencia a enfermedades, forma de fruto y producción en el Instituto de Recursos Genéticos del Colegio de Postgraduados. Las selecciones Starmex1, Starmex2 y Starmex3 de jitomate de costilla fueron sembrados en charolas negras de polietileno usando peat moss como sustrato, mismas que se trasplantaron a los 35 días de edad en macetas con 19 litros de tezontle (0.3-0.7 cm). Fueron fertilizados con la solución nutritiva de Steiner (1961) a  $-0.036$  MPa (4.5, 2, 3.5, 6, 0.5, y 3.5  $\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , y  $\text{SO}_4^-$ , respectivamente) y  $-0.072$  MPa (9, 4, 7, 12, 1, y 7  $\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , y  $\text{SO}_4^-$ , respectivamente) de potencial osmótico (PO) sin modificar su concentración de oligonutrientes. Las plantas fueron conducidas a un tallo con 0.6 m entre plantas y 1.2 m entre hileras. Los seis tratamiento, derivados de la combinación de los tres cultivares y dos potenciales osmóticos, fueron establecidos usando el diseño experimental de bloques completos con tratamientos aleatorizados con arreglo factorial 3X2 (Steel y Torrie, 1985). La unidad experimental estuvo conformada por una planta en una maceta.

Las variables registradas fueron los componentes del rendimiento, considerando del racimo 1 al 5, siendo el número de frutos por racimo y por planta, peso de frutos (Kg) por racimo y planta y peso individual (g) de frutos. La calidad de los frutos se determinó en estado de madurez rojo del cuarto racimo; los frutos maduraron en la planta. Las variables de calidad fueron los diámetros polar y ecuatorial en mm (Vernier digital), número de costillas y sépalos, pH del jugo (AOAC, 1990), grados Brix (Refractómetro Atago 0-30), contenido de licopeno



( $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  de pulpa fresca) utilizando la metodología descrita por Arias *et al.* (2000) y firmeza ( $\text{kg}\cdot\text{cm}^2$ ) utilizando un penetrómetro modelo FDV-30 (30 lb x 0.01 lb) con un puntal cónico. Estas variables fueron analizadas como un arreglo factorial 3X2 utilizando el paquete computacional SAS versión 8.1 (SAS Institute, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Componentes del rendimiento

Se tuvieron diferencias estadísticas significativas por efecto del PO de la solución nutritiva y la selección en el **número de frutos por racimo** con  $\alpha = 0.05$ , ya que en estas selecciones es natural, que fue variable incluso dentro de un mismo cultivar (Cuadro 3.1). Es posible que la falta de polinización haya sido un factor determinante en dicha variable, ya que de acuerdo a Chen y Tanksley (2004), los estigmas exertos, típicos en las poblaciones evaluadas, promueven la polinización cruzada y la autoincompatibilidad, promoviendo gran variación en este tipo de poblaciones como lo demuestra Agong (2001). Aunado a ello, también presentaron distinto crecimiento de racimo, siendo ramificado (2 o 3 raquis principales), circular (1 raquis de forma circular) o en spray (un raquis principal con ramificación dicotómica) en los cv Starmex1 y Starmex2, mientras que en Starmex3 sólo fue en spray.

El efecto del PO de la solución nutritiva puede apreciarse en el Cuadro 3.1, donde se observa que el número de frutos por racimo fue mayor con un PO de -0.072 MPa que con -0.032 MPa. El mayor efecto se presentó en Starmex2, que tuvo una ganancia de 36.2 %, ya que se produjeron 12.55 y 17.10 frutos·racimo<sup>-1</sup> con -0.036 y -0.072 MPa de PO respectivamente. Starmex1 presentó 11.40 y 14.50 frutos·racimo<sup>-1</sup> con los mismos PO (0.036 y 0.072 MPa respectivamente), lo cual significó un incremento de 27.1%, siendo la segunda población con más frutos por racimo. Finalmente, Starmex3 tuvo menor producción de frutos por racimo, en la cual hubo un incremento de 23.6 % (de 8.45 a 10.45 rutos·racimo<sup>-1</sup>) al duplicar la concentración de la solución.

Los **frutos por planta** acumulados del racimo 1 al 5, tuvo la misma tendencia que la variable anterior (Cuadro 3.1), y que de acuerdo con el análisis estadístico se debe al efecto la selección y del PO de la solución nutritiva ( $\alpha= 0.05$ ). La selección Starmex2 presentó la mayor producción de frutos en ambas concentraciones de la solución Steiner, con un incremento de 36.2 % al registrar 62.75 a 85.50 frutos·planta<sup>-1</sup> a -0.036 y -0.072 MPa de PO. Starmex1 tuvo una producción intermedia en comparación con las otras selecciones, pues produjo 57 y 72.50 frutos·planta<sup>-1</sup> con solución Steiner a -0.036 y -0.072 MPa de PO, con una ganancia de 27.2 %. Starmex3 fue la de menor producción con apenas 42.25 y 52.25 frutos·planta<sup>-1</sup> para los dos PO utilizados respectivamente, esto significó 23.6 % de incremento en el número de frutos por planta.

Cuadro 3.1. Rendimiento de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivadas con dos potenciales osmóticos de la solución nutritiva Steiner.

Fuente de variación	Rendimiento			
	Kg·planta <sup>-1</sup>	Frutos por planta	Kg·racimo <sup>-1</sup>	Frutos por racimo
Selección	ns	**	ns	**
PO	**	**	**	**
Selección x PO	**	**	**	**
Sarmex1	2.47 <sup>at</sup>	64.75 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	12.95 <sup>a</sup>
Sarmex2	2.89 <sup>a</sup>	74.12 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	14.82 <sup>a</sup>
Sarmex3	3.08 <sup>a</sup>	47.25 <sup>b</sup>	0.61 <sup>a</sup>	9.45 <sup>b</sup>
DMS	0.62	14.47	0.12	2.89
Steiner -0.036 MPa	2.34 <sup>b</sup>	54.00 <sup>b</sup>	0.46 <sup>b</sup>	10.80 <sup>b</sup>
Steiner -0.072 MPa	3.28 <sup>a</sup>	70.08 <sup>a</sup>	0.65 <sup>a</sup>	14.01 <sup>a</sup>
DMS	0.42	9.12	0.08	1.94
Tratamiento				
Sarmex1 -0.036	2.08 <sup>b</sup>	57.00 <sup>bc</sup>	0.41 <sup>b</sup>	11.40 <sup>bc</sup>
Sarmex1 -0.072	2.87 <sup>ab</sup>	72.50 <sup>ab</sup>	0.57 <sup>ab</sup>	14.50 <sup>ab</sup>
Sarmex2 -0.036	2.28 <sup>b</sup>	62.75 <sup>abc</sup>	0.45 <sup>b</sup>	12.55 <sup>abc</sup>
Sarmex2 -0.072	3.49 <sup>a</sup>	82.50 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	17.10 <sup>a</sup>
Sarmex3 -0.036	2.67 <sup>ab</sup>	42.25 <sup>c</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	8.45 <sup>c</sup>
Sarmex3 -0.072	3.49 <sup>a</sup>	52.25 <sup>bc</sup>	0.69 <sup>a</sup>	10.45 <sup>bc</sup>
DMS	1.10	25.49	0.22	25.49
CV	17.37	18.28	17.34	18.28

PO: potencial osmótico; DMS: diferencia mínima significativa; CV: coeficiente de variación; ns, \*\*: no significativo y significativo con  $\alpha \leq 0.01$  respectivamente; †: valores con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales con  $\alpha = 0.05$ .

Las diferencias estadísticas encontradas para la variable **peso de frutos por racimo** se deben principalmente al efecto del PO como se indica en el Cuadro 3.1

( $\alpha= 0.05$ ), el mismo cuadro muestra una tendencia clara de la producción, donde a mayor PO el peso por racimo se incrementa.

Las selecciones Starmex1 ( $0.416 \text{ Kg}\cdot\text{racimo}^{-1}$ ) y Starmex2 ( $0.457 \text{ Kg}\cdot\text{racimo}^{-1}$ ) produjeron rendimientos estadísticamente similares, siendo significativamente superados por Starmex3 ( $0.534 \text{ Kg}\cdot\text{racimo}^{-1}$ ) al cultivarse con  $-0.032 \text{ MPa}$  de PO (Cuadro 3.1). Con el PO de  $-0.072 \text{ MPa}$ , Starmex2 ( $0.698 \text{ Kg}\cdot\text{racimo}^{-1}$ ) y Satrmex3 ( $0.699 \text{ Kg}\cdot\text{racimo}^{-1}$ ) son estadísticamente superiores a Starmex1 ( $0.574 \text{ Kg}\cdot\text{racimo}^{-1}$ ). La mayor ganancia de peso la tuvo Starmex2 con casi 250 g por racimo, mientras que Starmex1 y Starmex3 tuvieron incrementos similares (158 y 164 g respectivamente).

Nuevamente la tendencia del **peso de los frutos por planta** es similar al del peso por racimo (Cuadro 3.1), donde las diferencias estadísticas encontradas se deben principalmente al efecto del PO de la solución nutritiva. El peso acumulado en los primeros cinco racimos fue menor a  $-0.032 \text{ MPa}$  que con  $-0.072 \text{ MPa}$  en las tres selecciones de jitomate de costilla ( $\alpha= 0.05$ ). Las selecciones Satrmex2 y Starmex1 ( $2.084 \text{ Kg}\cdot\text{planta}^{-1}$  o  $2.288 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ) tuvieron menor peso de frutos que Starmex3 ( $2.673 \text{ Kg}\cdot\text{planta}^{-1}$ ) a  $-0.032 \text{ MPa}$ , mientras que a  $-0.072 \text{ MPa}$  Starmex2 ( $3.490 \text{ Kg}\cdot\text{planta}^{-1}$ ) y Starmex3 ( $3.499 \text{ Kg}\cdot\text{planta}^{-1}$ ) tuvieron un peso de frutos similar, superando estadísticamente a Starmex1 ( $2.874 \text{ Kg}\cdot\text{planta}^{-1}$ ). A pesar de producir menor cantidad de frutos por racimo y planta, Starmex3 superó a Starmex1 y Starmex2 en ambos PO utilizados, esto al registrar un rendimiento de  $2.673 \text{ Kg}\cdot\text{planta}^{-1}$  ( $5.88 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ) y  $3.499 \text{ Kg}\cdot\text{planta}^{-1}$  ( $7.69 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ) como se muestra en el Cuadro 3.1.

Las diferencias estadísticas encontradas en el peso individual de los frutos, de acuerdo con el análisis de varianza, se deben al efecto de las selecciones de jitomate costilla y al PO de la solución nutritiva ( $\alpha= 0.05$ ). El Cuadro 3.2 muestra que Starmex3 tiene frutos con mayor peso, pues tuvieron mayor diámetro ecuatorial y polar. Aunque hay un incremento en el peso individual de los frutos en las tres selecciones por el aumento del PO, este no es significativo. Las poblaciones Starmex1 y Starmex2 tuvieron el mismo peso por fruto sin importar el PO.

### **Calidad de fruto del tomate de costilla**

El tamaño del fruto está determinado por sus diámetros ecuatorial y polar. En el Cuadro 3.2 se muestra que el mayor **diámetro ecuatorial** lo tuvo Starmex3 sin importar el PO, en comparación con Starmex1 y Starmex2 ( $\alpha= 0.05$ ). En la selección Starmex2, el PO tuvo un efecto significativo sobre el diámetro ecuatorial, pues este se incrementa de 40.25 mm a 42.8 mm con -0.036 MPa y -0.072 MPa respectivamente, sin embargo, fue la población que presentó el menor diámetro (Anexo 1.11). En Satrmex1 esta variable no cambió por efecto del PO.

Cuadro 3.2. Efecto de dos niveles de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner sobre el peso y diámetros ecuatorial y polar del fruto de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.).

Factor	Diámetro (mm)		Peso individual (g)	Número de costillas	Número de sépalos	
	Ecuatorial	Polar				
Cultivar (cv)						
Starmex1	40.41 <sup>b***</sup>	33.50 <sup>b***</sup>	38.36 <sup>b***</sup>	6.33 <sup>b***</sup>	7.90 <sup>ab*</sup>	
Starmex2	41.72 <sup>bz</sup>	32.95 <sup>b</sup>	39.31 <sup>b</sup>	7.09 <sup>a</sup>	7.77 <sup>b</sup>	
Starmex3	50.76 <sup>a</sup>	35.30 <sup>a</sup>	65.32 <sup>a</sup>	7.18 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	
DMS	1.38	0.99	3.73	0.36	0.19	
Potencial osmótico						
-0.036 MPa	43.01 <sup>b**</sup>	33.52 <sup>ans</sup>	43.48 <sup>b**</sup>	6.90 <sup>ans</sup>	7.75 <sup>b**</sup>	
-0.072 MPa	44.60 <sup>a</sup>	33.91 <sup>a</sup>	47.21 <sup>a</sup>	6.81 <sup>a</sup>	7.97 <sup>a</sup>	
DMS	0.93	0.67	2.52	0.24	0.13	
Cultivar x PO (MPa) <sup>‡</sup>						
	***	***	***	***	***	
Starmex1	-0.036	40.70 <sup>bc</sup>	33.04 <sup>c</sup>	37.04 <sup>b</sup>	5.56 <sup>b</sup>	7.86 <sup>b</sup>
	-0.072	42.02 <sup>bc</sup>	33.88 <sup>c</sup>	39.48 <sup>b</sup>	6.13 <sup>b</sup>	7.94 <sup>ab</sup>
Starmex2	-0.036	40.25 <sup>c</sup>	32.45 <sup>c</sup>	36.46 <sup>b</sup>	7.03 <sup>a</sup>	7.67 <sup>b</sup>
	-0.072	42.80 <sup>b</sup>	33.33 <sup>c</sup>	41.41 <sup>b</sup>	7.14 <sup>a</sup>	7.85 <sup>b</sup>
Starmex3	-0.036	50.52 <sup>a</sup>	35.91 <sup>a</sup>	63.26 <sup>a</sup>	7.25 <sup>a</sup>	7.71 <sup>b</sup>
	-0.072	50.95 <sup>a</sup>	34.81 <sup>ab</sup>	66.98 <sup>a</sup>	7.20 <sup>a</sup>	8.23 <sup>a</sup>
CV	20.83	19.50	53.98	35.28	16.31	

DMS: diferencia mínima significativa; PO: potencial osmótico; MPa; megapascales; <sup>z</sup>Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales  $\alpha \leq 0.05$ ; <sup>ns</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup>: no significativo, significativo a una  $P \leq 0.05$ ,  $0.01$  y  $0.0001$  respectivamente;

El **diámetro polar** es estadísticamente diferente entre selecciones pero no cambia por efecto del PO de la solución nutritiva, siendo la población Starmex3 la que registro el mayor valor en esta variable con ambos PO ( $\alpha = 0.05$ ). El diámetro polar

en frutos de las poblaciones Starmex1 y Starmex2 fue estadísticamente similar aun con la mitad del PO de la solución nutritiva (Cuadro 3.2).

El **número de costillas** cambia entre selecciones pero no por efecto del PO de la solución nutritiva ( $\alpha= 0.05$ ). En el Cuadro 3.2 puede observarse que las poblaciones Starmex2 y Starmex3 fueron los que presentaron mayor número de costillas en comparación con Starmex1. El **número de sépalos** fue diferente entre selecciones, pero también se ven afectadas por el PO de las solución nutritiva ( $\alpha= 0.05$ ). En las selecciones Starmex1 y Starmex3 estos se incrementaron con  $-0.072$  MPa en comparación con  $-0.036$  MPa, mientras que en Starmex2 el número de sépalos no cambia estadísticamente. La forma de los frutos en Starmex1 y Starmex2 fue redonda acostillada, mientras que en Starmex3 fue achatada y las costillas registradas fueron las divisiones marcadas correspondientes a las costillas, llegándose a presentar frutos de forma arriñonada. La cantidad de costillas en las poblaciones fue muy variable: 2-18 para Starmex1 y Starmex3, y 3-21 para Starmex2, reflejándose en un alto coeficiente de variación en dicha variable (Cuadro 3.2).

El pH de los frutos del jitomate de costilla es similar entre selecciones, pero este cambia con el PO de la solución nutritiva ( $\alpha=0.05$ ). El pH del jugo de los frutos aumentó a un PO de  $-0.072$  MPa en las selecciones Starmex1 (5.39), Starmex2 (5.48) y Starmex3 (5.46), en comparación con  $-0.036$  MPa para las mismas selecciones (5.28, 5.14 y 5.29 respectivamente). El PO tuvo un mayor efecto sobre el pH de los frutos en Starmex2 en comparación con las otras selecciones (Cuadro 3.3).

Los **sólidos solubles totales o grado Brix** fueron estadísticamente similares entre las selcciones de jitomate de costilla y no cambian por efecto del PO de la solución nutritiva Steiner ( $\alpha= 0.05$ ). Sin embargo, hubo una tendencia a incrementarse en los cultivares Starmex2 (5.33) y Starmex3 (4.98) a  $-0.036$  MPa de PO, contrario a lo que sucedió en frutos del cultivar Starmex1 (5.12). No obstante, este tuvo más grados brix que Starmex3. Finalmente Starmex2 fue la población que tuvo el mayor contenido de sólidos solubles totales con ambos PO (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. pH del jugo, °Brix, contenido de licopeno y firmeza de los frutos de tres selecciones de jitomate de cosilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivadas con dos niveles de potencial osmótico de la solución nutritiva Steiner.

Fuente de variación		pH	Licopeno (mg·100 g de pulpa <sup>-1</sup> )	°Brix	Firmeza kg·cm <sup>-2</sup>
Cultivar		ns	ns	ns	**
PO		**	Ns	ns	ns
Cultivar x PO		**	Ns	ns	**
Starmex1		5.33 <sup>at</sup>	22.90 <sup>a</sup>	5.16 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>
Starmex2		5.31 <sup>a</sup>	25.93 <sup>a</sup>	5.28 <sup>a</sup>	0.26 <sup>b</sup>
Starmex3		5.37 <sup>a</sup>	24.41 <sup>a</sup>	4.89 <sup>a</sup>	0.22 <sup>b</sup>
DMS		0.13	7.12	0.95	0.07
Steiner -0.036 MPa		5.23 <sup>a</sup>	25.70	5.14 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>
Steiner -0.072 MPa		5.44 <sup>a</sup>	23.12	5.08 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>
DMS		0.09	4.78	0.64	0.00
Tratamiento					
Starmex1	-0.036	5.28 <sup>ab</sup>	23.36 <sup>a</sup>	5.12 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>
Starmex1	-0.072	5.39 <sup>a</sup>	22.44 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	0.30 <sup>ab</sup>
Starmex2	-0.036	5.14 <sup>b</sup>	28.30 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	0.26 <sup>b</sup>
Starmex2	-0.072	5.48 <sup>a</sup>	23.55	5.23 <sup>a</sup>	0.26 <sup>b</sup>
Starmex3	-0.036	5.29 <sup>ab</sup>	25.44	4.98 <sup>a</sup>	0.22 <sup>b</sup>
Starmex3	-0.072	5.46 <sup>a</sup>	23.37	4.81 <sup>a</sup>	0.22 <sup>b</sup>
DMS		0.23	12.53	1.67	0.12
CV		1.97	22.85	14.59	0.00

PO: potencial osmótico; DMS: diferencia mínima significativa; CV: coeficiente de variación; ns, \*\*: no significativo y significativo con  $\alpha \leq 0.01$  respectivamente; †: valores con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales con  $\alpha = 0.05$ .



El **contenido de licopeno** en los frutos de Starmex1, Starmex2 y Starmex3 fue estadísticamente similar (Cuadro 3.3), y su contenido no se modifica por efecto del PO en la solución Steiner ( $\alpha=0.05$ ). Pero es importante señalar que en las tres selecciones este antioxidante tuvo mayor concentración a un PO de  $-0.036$  MPa (Cuadro 3.3), siendo Starmex2 la de más contenido de licopeno con  $28.3 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g de pulpa}^{-1}$ , seguido de Starmex3 ( $25.44 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g de pulpa}^{-1}$ ) y Starmex1 ( $23.36 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g de pulpa}^{-1}$ )

La **firmeza de los frutos** no cambia por efecto del PO de la solución nutritiva, pero entre las selecciones de tomate de costilla es diferente ( $\alpha=0.05$ ). Así, con la solución Steiner a  $-0.036$  y  $-0.072$  MPa de PO, los cultivares Starmex2 ( $0.26 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$  para ambas PO) y Starmex3 ( $0.22 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$  para ambas PO) fueron las poblaciones con menor firmeza. Starmex1 tuvo mayor firmeza al registrar  $0.39$  y  $0.30 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$  para ambos PO de la solución nutritiva (Cuadro 3.3). Sin embargo, tuvieron una vida en anaquel corta en comparación con variedades comerciales (Anexo 3.1).

El **número de frutos por racimo** en cultivares comerciales es de aproximadamente 5 o 6 o incluso mayor, y el número de racimos por planta depende del sistema de cultivo, mientras que el total de frutos por planta lo determinan los productores despuntando al racimo 8 o más (Bugarín *et al.*, 2002). Se ha reportado que poblaciones locales de jitomate presentan de 4 a 6 frutos por racimo con un total de frutos por planta de 53 a 70 (Giordano *et al.*, 1999). De esta manera, las poblaciones de jitomate de costilla superan ambos tipos de variedades en la cantidad de frutos por racimo, no obstante, presentan igual o mayor cantidad de **frutos por planta** que algunas variedades locales, incluso son superadas por otras pero de frutos pequeños (Giordano *et al.*, 1999; Agong, 2001), por lo que este tipo de poblaciones tienen gran potencial productivo aun a baja densidad de plantación ( $0.6 \text{ m}$  entre plantas y  $1.2 \text{ m}$  entre hileras).

La gran cantidad de frutos que presentaron las selecciones se debe a que poseen inflorescencias racimosas, que de acuerdo con Welty *et al* (2007) son estructuras reproductivas de crecimiento indeterminado, y que pueden ser de forma helicodal,

en scorpioid y racimo. De estas formas solamente la elicoidal y de racimo coinciden con dos encontradas en las poblaciones de tomate de costilla, sin embargo, la ramificación en spray no se indica por estos autores (Welty *et al.*, 2007), por lo que la arquitectura de la inflorescencia del tomate costilla debe ser considerada en próximas investigaciones.

Otros componentes importantes del rendimiento del jitomate es el **peso de frutos por racimo y planta**, y aunque está fuertemente determinado por el tamaño de los frutos (Cuadro 3.1 y 3.2), en las poblaciones de tomate de costilla el número de frutos por racimo compensa el peso por  $m^2$ , siendo este similar (de  $7.3 \text{ Kg}\cdot m^{-2}$  a  $11.2 \text{ Kg}\cdot m^{-2}$ ) al de variedades comerciales, ya que estas alcanzan rendimientos de aproximadamente 12 (cv Gabriela) y 8.8 (cv Paulo)  $\text{kg}\cdot m^{-2}$  a la misma densidad de plantación (Villegas *et al.*, 2004). En comparación con variedades locales, el jitomate de costilla las supera ampliamente pues su rendimiento es de  $73\text{-}110 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  contra  $18\text{-}37 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  de las locales (Giordano *et al.*, 1999). Además del rendimiento, las selecciones de jitomate de costilla presentaron pocos problemas de plagas y enfermedades, lo cual significa menor costo en el control de estas y mayor sustentabilidad del cultivo.

El **peso por fruto** es bajo comparado con los datos registrados en jitomates comerciales, incluso con los destinados para procesamiento industrial, cuyos valores son de 60 g a  $95 \text{ g}\cdot\text{fruto}^{-1}$  (Sandeï *et al.*, 2003). Sin embargo, en relación con variedades locales, el jitomate de costilla supera a los pesos reportados en variedades italianas ( $12.5\text{-}20.5 \text{ g}\cdot\text{fruto}^{-1}$ ), mientras que algunas poblaciones de Kenia tienen frutos de menor o similar peso (Giordano *et al.*, 1999), pero algunas de ellas y de origen alemán tienen mayor peso (Agong, 2001). Aunque el peso de los frutos es muy deseable en relación al de variedades comerciales, las poblaciones de jitomate de costilla poseen características distintivas como su color rojo intenso y **número de costillas y sépalos**. De acuerdo con Nuez *et al.* (2004), el acostillado se debe a la fasciación de dos o más flores y que es similar a la cantidad de lóculos del fruto, resultando en frutos multiloculares o al menos más de los cinco lóculos típicos en el jitomate (Barrero *et al.*, 2006). En las selecciones evaluadas, a mayor cantidad de costillas el tamaño y peso por fruto fue mayor, lo

cual es un carácter que evolutivamente está relacionado con el proceso de domesticación de esta especie y controlado genéticamente por un loci específico (Tanksley, 2004; Brewer *et al.*, 2007). El número de sépalos también es una característica que se incrementa por efecto de la fasciación, y en las tres poblaciones cuando el número de estos es mayor a 9 el fruto presentaba la forma de riñón, y frutos de forma redonda varió de 6-18, 4-16 y 5-15 para Starmex1, starmex2 y Starmex3 respectivamente. Esta forma acostillada de los frutos también es conocida como tomates bell peper, determinada por los loci *bell2.1*, *bell2.2* y *bell8.1* (van der Knaap y Tanksley, 2003)

Los **diámetros ecuatorial y polar** determinan el tamaño de los frutos de jitomate, y en la actualidad, sobretudo el diámetro ecuatorial, son un indicador de calidad para comercializar esta hortaliza. El tamaño del fruto de las poblaciones de jitomate de costilla son chicos comparados con los estándares para el mercado fresco del jitomate (Barbosa *et al.*, 2002), superando apenas el tamaño “chico” del jitomate tipo saladette (< 50 mm), sin alcanzar dicha categoría para el jitomate tipo bola (< 65 mm). El tamaño pequeño de los frutos en las poblaciones locales evaluadas son típicas en este tipo de jitomates (Paran y van der Knaap, 2007), ya que de acuerdo a Lippman y Tanksley (2001) son caracteres que están estrechamente relacionados con el peso de acuerdo con sus investigaciones con QTLs, donde a medida que se incremental el tamaño el peso sigue la misma tendencia. En el caso de los frutos tipo riñón de las selecciones de jitomate de costilla, el diámetro ecuatorial fue el de mayor tamaño y los frutos los de mayor peso como lo indican Lippman y Tanksley (2001). Aun que la forma del fruto es determinante para los diámetros ecuatorial y polar, en relación al diámetro polar, el jitomate de costilla posee frutos de mayor tamaño que el reportado en otras variedades locales de 2.4-2.9 cm (Giordano *et al.*, 1999).

El **pH del jugo** de los frutos es un indicador importante de la calidad de los mismo para el consumo, pues está relacionado con el sabor. Este indicador en frutos de poblaciones locales de jitomate varían de 3.8 a 4.4 (Agong, 2001), o incluso pueden ser de 4.48 a 4.57 (Giordano *et al.*, 1999), mientras que en cultivares comerciales como el Saladette y cherry son de 4.26-4.57 y 4.1-4.48

respectivamente según Macua *et al.* (2007). Comparados con estos valores, el pH de los frutos del jitomate de costilla son mucho más altos, lo cual significa menor acidez en los frutos y probablemente mejor aceptación para su consumo en fresco.

Los **sólidos solubles totales** están muy relacionado con el sabor de los frutos del jitomate y el contenido de glucosa y fructosa (Martínez, 2003), siendo los jitomates Cherry los que presentan el más alto contenido de sólidos solubles totales (hasta 6.05-7.18 °Brix según Macua *et al.*, 2007) de los jitomates cultivados, sin embargo, en poblaciones locales pueden encontrarse valores desde 5.3 a 6.35 (Giordano *et al.*, 1999) hasta 6.8-10.5 según Agong (2001), por lo que los valores encontrados en Starmex1, Starmex2 y Starmex3 están por debajo de los valores reportados para cultivares locales o tipo silvestre, y aun por debajo del cultivado tipo cherry. Un mayor contenido de azúcares en frutos de jitomates tipo silvestre y locales es típico porque con ello logran atraer insectos y pequeños roedores para la dispersión de sus semillas y asegurando su supervivencia (Bai y Lindhout, 2007), esto en algunas especies de tipo silvestre, ya que son las que presentan los más altos sólidos solubles totales y que han sido utilizados para mejorar la calidad de cultivares comerciales (Rick y Chetelat, 1995). Al presentar menor acidez como ya mencionó, los frutos del jitomate de costilla tienen a resaltar un sabor más dulce agradable para el consumo en fresco.

El licopeno es un pigmento con gran capacidad antioxidante, al cual se le ha atribuido la prevención de algunas enfermedades degenerativas de los humanos (Krinsky y Johnson, 2005; Lindshield *et al.*, 2007), sin embargo, estudios recientes han revelado que además del licopeno existen otros compuesto que ayudan en la prevención de tales enfermedades (Gitenay *et al.*, 2007). Por tal motivo es que a este compuesto se le ha dado tanta importancia en años recientes, pues es uno de los principales pigmentos presentes en los jitomates, el cual cambia con los diferentes cultivares y tipo de iones fertilizantes como el cloro y el amonio (Escaff *et al.*, 2004; Toor *et al.*, 2006). Sin embargo, de acuerdo con lo observado en este experimento, el **contenido de licopeno** en los frutos del jitomate de costilla fue similar entre las poblaciones y no fue modificado por efecto

de la PO, no obstante, la cantidad del pigmento es más alta en comparación con valores reportados por investigadores en jitomate tipo bola, jitomate Saladette y variedades de alto licopeno con apenas 3-18, 4.59 y 9.02-22.72 mg de licopeno·100 g pulpa<sup>-1</sup> respectivamente (Hedges y Lister, 2005; Cadillo *et al.*, 2005; Macua *et al.*, 2007). Estos resultados posicionaron al jitomate de costilla como uno de los alimentos de alto valor funcional, el cual puede utilizarse en fresco, extracción y encapsulado de licopeno (Blanch *et al.*, 2007), incrementar el contenido de licopeno en presentaciones comerciales de jitomate y como una fuente de mejoramiento genético para incrementar el contenido de licopeno en cultivares comerciales.

La **firmeza** de los frutos en las poblaciones de jitomate de costilla es muy baja, ya que en jitomates tipo saladette (Padem *et al.*, 1999) alcanzan valores de al menos 1.187 kg·cm<sup>2</sup> y hasta 1.598 kg·cm<sup>2</sup>. Esta característica en los frutos de jitomate va disminuyendo conforme estos maduran (Schouten *et al.*, 2007), por lo que una de las razones de la poca firmeza en el jitomate de costilla es que fue cosechado en un estado avanzado de maduración aun en la planta. Además, ya se ha reportado que tomates locales como los llamados rosado de zapotec, son frutos suaves (Meléndez, 2006). Aunque la firmeza de los frutos es baja, esta puede incrementarse mediante aspersiones foliares de Ca<sup>++</sup> y dependiendo del mercado los frutos pueden cosecharse en las primeras etapas de maduración para soportar el manejo y alargar la vida en anaquel (Ho y White, 2005).

Las poblaciones mexicanas de jitomate de costilla son una alternativa viable para la producción intensiva y a cielo abierto, pues presenta varias ventajas con respecto a variedades comerciales e incluso algunas locales en otras regiones del mundo (García *et al.*, 2004). Se trata de material genético valioso para ampliar la diversidad genética de la especie y mejorar la producción y calidad de la misma con el fin de asegurar parte de la alimentación humana para el futuro (Rick y Chetelat, 1995; Nuez *et al.*, 2004).

## CONCLUSIONES

La selección de jitomate de costilla con mayor número de frutos por racimo y por planta fue Starmex2 con ambos PO de la solución nutritiva de Steiner, y junto con Starmex3 tuvieron el mayor peso de frutos por racimo y planta a -0.072 MPa de PO. Esto fue posible porque Starmex 3 tuvo el mayor peso por fruto en comparación las otras poblaciones.

El diámetro polar del fruto no cambió por efecto del PO, mientras que este y el diámetro ecuatorial fue mayor en Starmex3. Este último sólo se incrementó significativamente en las poblaciones Starmex1 y Starmex2 por efecto del PO de la solución nutritiva.

El pH se los frutos de incremento significativamente con -0.072 MPa de PO en las tres selecciones de jitomate de costilla. Los grados Brix no se modificaron por efecto del PO y tampoco entre las selecciones, ubicándose estos entre los valores más altos registrados en otros tipos de jitomate. El contenido de licopeno fue similar entre las poblaciones y no se modificó por efecto del PO, teniendo valores mayores a los reportados en otros trabajos. Los frutos de Starmex3 tuvieron mayor resistencia a la penetración que los de Starmex y Starmex2, en los cuales no se observó efecto significativo por el PO de la solución nutritiva.

## LITERATURA CITADA

- Agong S. G. 2001. Genotypic variation of Kenyan tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) germplasm. J. Food technology in Africa. 6:13-17.
- Alavoine F., Crochon M., Bouillon. 1990. Practical methods to estimate taste quality of fruit: how to tell it to the consumer. Acta Horticulturae 259 :61-68.
- Arias R., Lee Tung-Ching, Logendra L., Janes H. 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with the  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. J. Agric. Food Chem. 48:1697-1702.
- Astegiano E.D., Favaro J.C., Bouzo C.A. 2001. Estimación del área foliar en distintos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) utilizando medidas foliares lineales. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 16:2: 249-256.

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> edition. Viginia, U. S. A. 918-919 pp.
- Bai Y., Lindhout P. 2007. Domestication and Breeding of Tomatoes: What have We Gained and What Can We Gain in the Future? *Annals of Botany* 1–10.
- Barboza R., Pacheco P., Pérez A. 2002. Manual de procedimientos: manual de Referencias Técnicas por producto. Montevideo, Uruguay. 64 p.
- Barrero L. S., Cong B., Wu F., Tanksley S.D. 2006. Developmental characterization of the fasciated locus and mapping of *Arabidopsis* candidate genes involved in the control of floral meristem size and carpel number in tomato. *Genome* 49:991-1006.
- Blanch G. P., Ruiz del C. M. L., del Mar C. M., Pérez M. M., Santiago Sánchez C. S. 2007. Stabilization of all-trans-lycopene from tomato by encapsulation using cyclodextrins. *Food Chemistry* 105 (2007) 1335–1341.
- Brewer M. T, Moyseenko J. B., Monforte A J., van der Knaap E. 2007. Morphological variation in tomato: a comprehensive study of quantitative trait loci controlling fruit shape and development. *Journal of Experimental Botany* 58:6:1339–1349.
- Bugarín M. R., Galvis S. A., Sánchez G. P., García P. D. 2002. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. *Terra*. 20:401-409.
- Cadillo C. M. G., Alaníz G. M. G. J., Bautista J. M., Del Río F. 2005. Contenido de licopeno en jugo de tomate secado por aspersión. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 4:3:299-307.
- Carravedo F. M. 2006. Variedades autóctonas de tomates de Aragón. Centro de investigaciones de tecnología agroalimentaria de Aragón. 238 p.
- Chen K., Tanksley S. D. 2004. High-Resolution mapping and functional analysis of *se2.1*: a major stigma exertion quantitative trait locus associated with the evolution from allogamy to autogamy in the genus *Lycopersicon*. *Genetics*. 168:1563-1573.
- De Santiago. 2006. Nuevos tomates: mejoramiento genético y su adaptación a los sistemas de cultivo. *In: Productores de hortalizas*. 10-12.

- Escaff G. M., Saavedra G., Vizoso P., Rivera C., Pertuze R. 2004. Variación del contenido de licopeno y rendimiento industrial en genotipos de tomate. 55° Congreso agronómico de Chile. Valdivia, Chile.
- Finley J. W. 2005. Bioactive compounds and designer plant foods: the need for clear guidelines to evaluate potencial benefits to human health. *Chronica Horticulture*. 45:3:6-11.
- García L. A., Guzmán C. G. I., Soriano N. J. J. 2004. Evaluación de variedades locales de tomate para su conservación "in situ" en agricultura ecológica. En Actas de IV Congreso de la Sociedad española de Agricultura Ecológica. Córdoba, España.
- Giordano I., Pentagelo A., Carboni A. 1999. Bio-morphological and characterization of several accessions of small "pomodorino di corbara" tomatoes. *Acta Hort*. 487:343-347.
- Gitenay D., Lyan B., Talvas J., Mazur A., Georgé S., Caris V. C., Rock E. 2007. Serum from rats fed red or yellow tomatoes induces Connexin43 expression independently from lycopene in a prostate cancer cell line. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 364:3:578-582.
- Hedges L. J., Lister C. E. 2005. Nutritional of attributes of tomatoes. Crop and Food research confidential report No. 1391. New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited. Christchurch, New Zealand. 93 pag.
- Ho L. C., White P. J. 2005. A cellular hypothesis for the induction of blossom-end rot in tomato fruit. *Annals of Botany* 95:4:571-581.
- Krinsky N. I., Johnson E. J. 2005. Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Molecular Aspects of Medicine* 26 (2005) 459–516.
- Lindshield B. L., Canene A. K., Erdman Jr. J. W. 2007. Lycopeneoids: Are lycopene metabolites bioactive?. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 458:136–140.
- Macua J. I., Lahoz I., Garnica J., Calvillo S., Zúñiga J., Santos A. 2007. Tomate de industria: resultados de la campaña 2006, novedades y perspectivas. Instituto Técnico de Gestión Agrícola. Navarra, España.



- Martínez B. E. 2003. Análisis de la acumulación de azúcares en pericarpios de dos genotipos silvestres de jitomate (*Lycopersicon esculentum*). *Agrociencia* 37:4:363-370.
- Meléndez L. 2006. El futuro es del sabor. *In: Productores de hortalizas*. 14-15.
- Nuez, F. Diez, M. J. Pico, B. De Cordova, F. P. 1996. Catálogo de semillas de tomate. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España. 177 p.
- Nuez F., Prohens J., Blanca J. M. 2004. Relationships, origin, and diversity of Galápagos tomatoes: implications for the conservation of natural populations. *American Journal of Botany* 91:86-99.
- Padem, H., Ocal, A. and Senguin, A. 1999. Effects of foliar fertilizers on yield and some characteristics of processing tomato. *Acta Hort. (ISHS)* 487:225-228.
- Paczka O., R., Martínez A., M. A., Sánchez G., J. J. 2003. Recursos fitogenéticos autóctonos. 27-50 pp. *In: Recursos filogenéticos de México para la alimentación y la agricultura*. 2003. SNICS, SOMEFI. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México.
- Paran I., van der Knaap E. 2007. Genetic and molecular regulation of fruit and plant domestication traits in tomato and pepper. *Journal of Experimental Botany* doi:10.1093/jxb/erm257.
- Pérez de A. M., Puche M. 2003. La temperatura como herramienta de predicción agroclimatológica aplicada a la producción de frutales. *Revista digital del centro nacional de investigaciones agropecuarias de Venezuela*. No. 3.
- Porretta, S. 1999. Evolution of the concept of quality for processed tomato products. *Act. Hort.* 487 :419-424.
- Ramírez V. P., Rodríguez G. M. N., Castillo G. F. 2006. Diversidad morfológica en poblaciones de jitomate nativas de México. Instituto de recursos genéticos y productividad. Colegio de Postgraduados.
- Rick C. M. 1978. The tomato. *Scientific American*. 39:2:67-76.
- Rick C. M., Chetelat R. T. 1995. Utilization of related wild species for tomato improvement. *Acta Horticulturae* 412:21-38.

- Rincón S. F., Hernández C. J. M. 2003. Conservación de recursos fitogenéticos en México. *In: Recursos fitogenéticos de México para la alimentación y la agricultura*. SNICS, SOMEFI. Chapingo, Estado de México. 52-68 pp.
- Sandei L., Siviero P., Zanotti G., Cabassi A., Leoni C. 2003. Evaluation of the lycopene content in processing tomato cultivars claiming "high pigment content". *Acta Hort. (ISHS)* 613:331-331.
- SAS Institute. 2001. The SAS system for windows. Versión 8.1. N. C., USA.
- Schouten R. E, Huijben T. P. M., Tijskens L.M.M., van Kooten O. 2007. Modelling quality attributes of truss tomatoes: linking colour and firmness maturity. *Postharvest Biology and Technology* 45:298–306.
- Steel R. G. D., Torrie J. H. 1985. Bioestadística: principio y procedimientos. 2ª. Edición. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia. 245 p.
- Steiner, A. A. 1961. A method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and soil*. 15: 134-154.
- Tanksley S. D. 2004. The genetic, developmental, and molecular bases of fruit size and shape variation in tomato. *The plant cell* 16:181–189.
- Toor R.K., Savage G. P., Heeb A. 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis* 19:20–27.
- van der knap E., Tanksley S. D. 2003. The making of a bell pepper-shaped tomato fruit: identification of loci controlling fruit morphology in Yellow Stuffer tomato. *Theor Appl Genet.* 107:139–147.
- Villegas C.R. J., González H. V. A., Salazar C. J. A., Livera M. L., Sánchez del C. F., Osuna E. T. 2004. Crecimiento y rendimiento del tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 27:4:333-338.
- Wolters C. J., van Gemert L. J. 1990. Towards an integrated model of sensory attributes, instrumental data and consumer perception of tomatoes. Part I. Relation between consumer perception and sensory attributes. *Acta Horticulturae* 259:91-106.

## **CAPÍTULO 4. EFECTO DE LA PODA DE FRUTOS Y ASPERSIONES DE CALCIO Y MIEL DE ABEJA SOBRE LA CALIDAD DEL FRUTO DE JITOMATE DE COSTILLA (*Solanum lycopersicum* Mill.)**

### **RESUMEN**

El concepto de calidad en el jitomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) está cambiando, pues además de características como el tamaño, color, firmeza, defectos físicos, sólidos solubles y acidez, los consumidores están tomando preferencia por frutos con mayor contenido de antioxidantes como el licopeno y vitamina C que ayudan a mantener la salud humana previniendo algunas enfermedades de importancia en la actualidad. En años recientes las investigaciones se han enfocado a incrementar las propiedades nutraceuticas del tomate probando genotipos y haciendo modificaciones en el manejo agronómico. Por lo que en esta investigación tuvo como objetivo aumentar la calidad de los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) mediante la poda de racimos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja.

Las plantas fueron cultivadas en tezontle e invernadero, donde una maceta con una planta constituyó la unidad experimental, para ello se utilizó el diseño experimental de bloques completos con tratamientos aleatorizados y con arreglo factorial  $2^3$ . En estado de madurez rojo, se midió el pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, licopeno, contenido de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{K}^+$ , diámetro ecuatorial y polar, peso individual del fruto, número de costillas y sépalos, días en alcanzar el color rojo y vida en anaquel.

El peso del fruto, diámetro ecuatorial, número de sépalos y número de costillas se incrementaron con la poda de racimos. Los sólidos solubles totales (°Brix) aumentaron por efecto de la aspersión foliar de miel de abeja. El pH, acidez titulable, licopeno, contenido de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{K}^+$ , días en alcanzar el color rojo, vida en anaquel y diámetro polar no cambiaron con la poda de racimos y las aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja.

## INTRODUCCIÓN

La calidad de los frutos de jitomate está relacionada con variables como la cantidad de azúcares, acidez, firmeza, color, tamaño entre otros, que dependiendo de los usos y costumbres se preferirá una u otra calidad (Porretta, 1999; Alavoine *et al.*, 1990). No obstante, éste concepto está dando un giro, pues sustancias como los antioxidantes son un indicador importante por el que los consumidores están tomando preferencia, de tal forma que compuestos como el licopeno y el ácido ascórbico contenidos en el jitomate han aumentado su importancia, aunque su contenido cambia dependiendo de los genotipos, temporada de siembra, punto de corte, madurez, intensidad luminosa, suministro de agua y fertilización (Dumas *et al.*, 2003).

Otro de los factores importantes en la calidad del jitomate es el calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), el cual juega un papel esencial en la estabilidad de la membrana y pared celular, ya que a niveles bajos, las plantas son más susceptibles al ataque de patógenos en postcosecha (Hirschi, 2004). Otro de los problemas asociados a la deficiencia de calcio a nivel de campo o invernadero es el “blossom-end rot”, y debido a que no se ha encontrado en especies de jitomate silvestre, éste se asocia al tamaño del fruto, apareciendo como una zona blanda y necrótica en el ápice del fruto como consecuencia de la muerte de células epidérmicas y subepidérmicas del parénquima. Las causas del “blossom-end rot” pueden ser varias, entre ellas esta la baja disponibilidad de  $\text{Ca}^{2+}$ , bajo suministro de P, alto Mg, alto nitrógeno, alto potasio, alta salinidad, sequía, inundación en la zona radical, baja humedad relativa o alta temperatura y radiación solar. También se menciona que los factores ambientales producen cambios fisiológicos en las planta que alteran la relación entre la tasa de expansión celular y los niveles de  $\text{Ca}^{2+}$  en los frutos (Ho and White, 2005).

Es importante mantenerlo en niveles adecuados en el suelo, pero asperjado al follaje y frutos ayuda a mantener el turgor celular, la integridad de la membrana, mejora la firmeza e incrementa la vida en anaquel, pues el contenido de este puede incrementarse de 20 % a 40 % en el fruto (Hirschi, 2004; Park *et al.*, 2005). Aunque también es sabido que el contenido de calcio en los frutos es menor en

comparación con otros órganos ( $0.3-1 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) como las hojas ( $50 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) según Malone *et al* (2002). En un trabajo realizado por Hao *et al* (2000), observaron que al asperjar  $\text{Ca}^{2+}$  se redujo la incidencia de Blosson-end rot (de 1.32% a 0.45%) pero también el pH de los frutos (de 4.15 a 4.11) en los primeros cortes, no obstante, el rendimiento y la calidad de los frutos no se ven afectados en la últimos cortes (pH y contenido de sólidos solubles totales).

Un compuesto que podría mejorar la calidad de los frutos de jitomate es la miel de abeja, ya que esta contiene agua (15% a 20%), glúcidos (fundamentalmente monosacáridos como glucosa y fructuosa; disacáridos, azúcares superiores), de los cuales la glucosa y fructosa ocupan un 80%-85%; ácidos orgánicos (ácidos glucónico, acético, cítrico, láctico, succínico), sustancias nitrogenadas (aminoácidos y proteínas), lípidos, oligoelementos, enzimas (invertasa, amilasa, catalasa, inhibina, fosfatasa y otras) y vitaminas (tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantoténico, ácido nicotínico, biotina, ácido fólico). Tradicionalmente esta ha sido utilizada para propósitos médicos en humanos, como fuente de antioxidantes (compuestos fenólicos) y como antibiótico (Thrasivoul, 2001; Ball, 2007; Cruzado *et al.*, 2007).

De acuerdo a Ball (2007), además de su gran aporte de glucosa y fructosa, la miel de abeja aporta calcio (23-68 ppm) y potasio (100-588 ppm) que podrían ser aprovechados en la nutrición foliar del tomate, y que además están relacionados con la calidad de los frutos. Sin embargo, en la actividad agrícola no es muy utilizada como fuente de nutrientes, no obstante, algunos investigadores han reportado que su aspersión al follaje en tomate de cáscara a una concentración de 2 % combinada con silicio, disminuye la severidad de *Fusarium oxysporum* en este cultivo (Gómez *et al.*, 2006). En otra investigación realizada por Villegas *et al* (2001), indican que la miel de abeja mejora el vigor de las plántulas (aumento del diámetro del tallo y altura) e incrementa la absorción de N, P y K en el tomate, y que podría atribuirse al aporte de la miel, pues no se indica un análisis mineral de la miel aplicada. Por lo que el principal objetivo de éste trabajo fue mejorar algunos aspectos de la calidad e los frutos del jitomate de costilla.

## OBJETIVO

Determinar efecto de la poda de frutos y aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la calidad de los frutos del tomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.).

## HIPÓTESIS

La calidad de los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) mejora con la poda de frutos y aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue establecido en un invernadero tipo túnel del Colegio de Postgraduados, utilizando la selección de jitomate de costilla Starmex2 obtenida del “Programa de Mejoramiento de Jitomate Mexicano” del Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad en el Campus Montecillo. Cuyas características son alto porcentaje de emergencia (97%), crecimiento indeterminado, follaje verde oscuro con racimos ramificados, en spray o circulares y frutos típicamente redondos y acostillados de color rojo intenso. Las semillas fueron germinadas en una cámara de germinación, al tercer día se colocaron en charolas con peat moss, y después de 35 días la raíz fue tratada con promocarbclorhidrato (3 ml de i.a.·litro de agua<sup>-1</sup>) para trasplantarse en macetas con 19 litros de tezontle (partículas 0.3-0.7 cm) a una distancia entre plantas de 0.6 m y entre hileras de 1.2 m, conducidas a un tallo. Fueron fertilizadas con la solución nutritiva Steiner a -0.072 MPa de potencial osmótico (9, 4, 7, 12, 1, y 7 mmol<sub>c</sub>·L<sup>-1</sup> de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , y  $\text{SO}_4^-$ , respectivamente) sin modificar su contenido de micronutrientes. La cual fue aplicada a través de un sistema de riego por goteo con dos emisores por planta, realizando riegos solo con agua a pH 5.5 a las 14 horas, además, las macetas fueron drenadas cada 15 días para evitar acumulación de sales. En la parte aérea se presentó mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), cenicilla y tizón tardío los cuales fueron controlados con productos sistémicos.

Fue utilizado el diseño experimental de bloques completos con tratamientos aleatorizados, el arreglo de tratamientos fue el del diseño factorial 2<sup>3</sup> con cuatro repeticiones para evaluar dos dosis de calcio (350 mg·litro<sup>-1</sup> y 0 mg·litro<sup>-1</sup>) y miel de

abeja (2% p/p y 0% p/p) aplicadas semanalmente por separado desde los 15 ddt, y la poda de racimos que consistió en dejar siete frutos por racimo (con poda: el racimo se podó hasta que del fruto siete se desprendió la corola) o el racimo intacto (sin poda), obteniéndose en total ocho tratamientos (Steel y Torrie, 1985). La unidad experimental consistió de una maceta con una planta de tomate de costilla.

Los frutos fueron cosechados del racimo cinco cuando éstos alcanzaron el estado de madurez “estrella rosa”, posteriormente al llegar al estado de madurez “rojo”, se midió el pH del jugo (AOAC, 1990), acidez titulable (AOAC, 1990), los grados Brix (refractómetro Atago<sup>®</sup>, escala 0-30), el contenido de licopeno mediante la técnica descrita por Arias *et al.* (2000) usando la fórmula Licopeno (mg/100 g) =  $11.848(a^*/b^*) + 1.5471$ , el contenido de vitamina C (AOAC, 1990),  $Ca^{2+}$  (% base materia seca) y  $K^+$  (% base materia seca) en los frutos (Alcántar y Sandoval, 1999). Además se determinó el peso individual de los frutos (balanza digital de aproximación centesimal), su tamaño (diámetro ecuatorial y polar en mm), el número de costillas y sépalos, días en alcanzar el estado de madurez rojo y la vida en anaquel. A estas variables se les realizó un análisis de varianza y la prueba de medias Tukey-Kramer para comparar las medias de las interacciones usando el software SAS 9.1 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las variables agronómicas: peso del fruto, diámetro ecuatorial, número de sépalos, número de costillas y grados brix (°Brix) se encontraron diferencias significativas y altamente significativas, debidas a los factores de estudio directos e interactivos entre sí simples y - o - compuesto siguientes: poda de racimos, aspersiones al follaje de  $Ca^{2+}$  y de miel de abeja (Cuadro 4.1).

El número de sépalos guarda una relación directamente proporcional con el número de costillas. Se encontraron diferencias significativas debidas a los efectos principales: poda de racimos y aspersiones al follaje de  $Ca^{2+}$  y por la interacción simple de ambos (Cuadro 4.1). Los sépalos son estructuras que constituyen la fuente inmediata de fotoasimilados de la estructura floral en sus primeras etapas

de crecimiento, debido a su alto contenido de cloroplastos (Cooper, 1927), pues se requiere un cáliz grande en las estructuras florales grandes, como las que se originan en los frutos tipo riñón, típicas en el tomate de costilla. En esta variable se constató (Figura 4.1b y Cuadro 4.1) una respuesta directa en el número de sépalos en los frutos ubicados en racimos que fueron podados y a los cuales se les aplicó foliarmente  $\text{Ca}^{2+}$ , con respecto a los frutos que fueron podados pero que no recibieron ésta aplicación.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza de algunos parámetros de calidad del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.

Factor	Sépalos	Costillas	Diámetro Ecuatorial (mm)	Peso por fruto	°Brix
				$\text{g}\cdot\text{fruto}^{-1}$	
Poda (P)	***	**	***	***	ns
Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )	*	*	ns	Ns	ns
P X $\text{Ca}^{2+}$	**	**	**	Ns	ns
Miel	ns	*	**	**	ns
P X M	ns	ns	*	Ns	ns
$\text{Ca}^{2+}$ X M	ns	ns	*	Ns	**
P X $\text{Ca}^{2+}$ X M	ns	**	ns	*	ns
CV (%)	19.40	35.09	18.51	57.16	11.03

P: poda de racimos;  $\text{Ca}^{2+}$  aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$ ; M : aspersiones miel de abeja; CV: coeficiente de variación; ns, \*, \*\*, \*\*\*: no significativo, significativo, muy significativo, altamente significativo a los niveles de  $\alpha \leq 0.05$ , 0.01 ó 0.0001 respectivamente.

La práctica de podar los frutos de los racimos tiene como objetivo aumentar la disponibilidad de carbohidratos, de agua y de nutrimentos para los frutos que quedan en dichos racimos, lo cual a su vez propicia el incremento del número de los sépalos; éstos resultados muestran la importancia del suministro adecuado de fotoasimilados de los distintos órganos fotosintéticos (Martínez *et al.*, 2001; Yin *et al.*, 2010) sobre todo los más inmediatos en los frutos, como son los sépalos, los cuales a su vez, son determinantes para el número de costillas (Fridman *et al.*,



2000) y en los procesos de polinización, de amarre de los frutos y de formación de las semillas como ocurre en otras especies (Marcelis *et al*, 2004).

El efecto complementario de la aplicación foliar de  $\text{Ca}^{2+}$  en la etapa inmediata a la poda de frutos de los racimos, se evaluó mediante la interacción simple de la poda de racimos y la aspersión de  $\text{Ca}^{2+}$ , la cual fue significativa (Figura 4.1b y Cuadro 4.2). La aplicación foliar de  $\text{Ca}^{2+}$  en esta etapa resulta particularmente favorable ya que el  $\text{Ca}^{2+}$  participa directamente en la división celular y en la estabilidad de la membrana y la pared celular (Crosgreve *et al.*, 1997).

Sin poda de frutos de los racimos y sin aplicaciones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  se obtuvo mayor número de sépalos con respecto a realizar poda, pero no efectuar dichas aplicaciones (Figura 4.1b y Cuadro 4.2), probablemente se debe a que un mayor número de frutos compite por la luz y los nutrimentos en general, y por otra parte las aplicaciones de  $\text{Ca}^{2+}$  alteran el balance nutrimental de la absorción de cationes, limitando principalmente aún más la cantidad de potasio y magnesio absorbida por los frutos (Gunes *et al.*, 1998).

En los frutos con aplicaciones de  $\text{Ca}^{2+}$ , acompañadas de la poda de frutos se obtuvieron mayor número de sépalos con relación a los no acompañados de poda de frutos (Figura 4.1b y Cuadro 4.2) éste efecto tiene la misma explicación dada cuando se invirtió el orden de dichos factores.

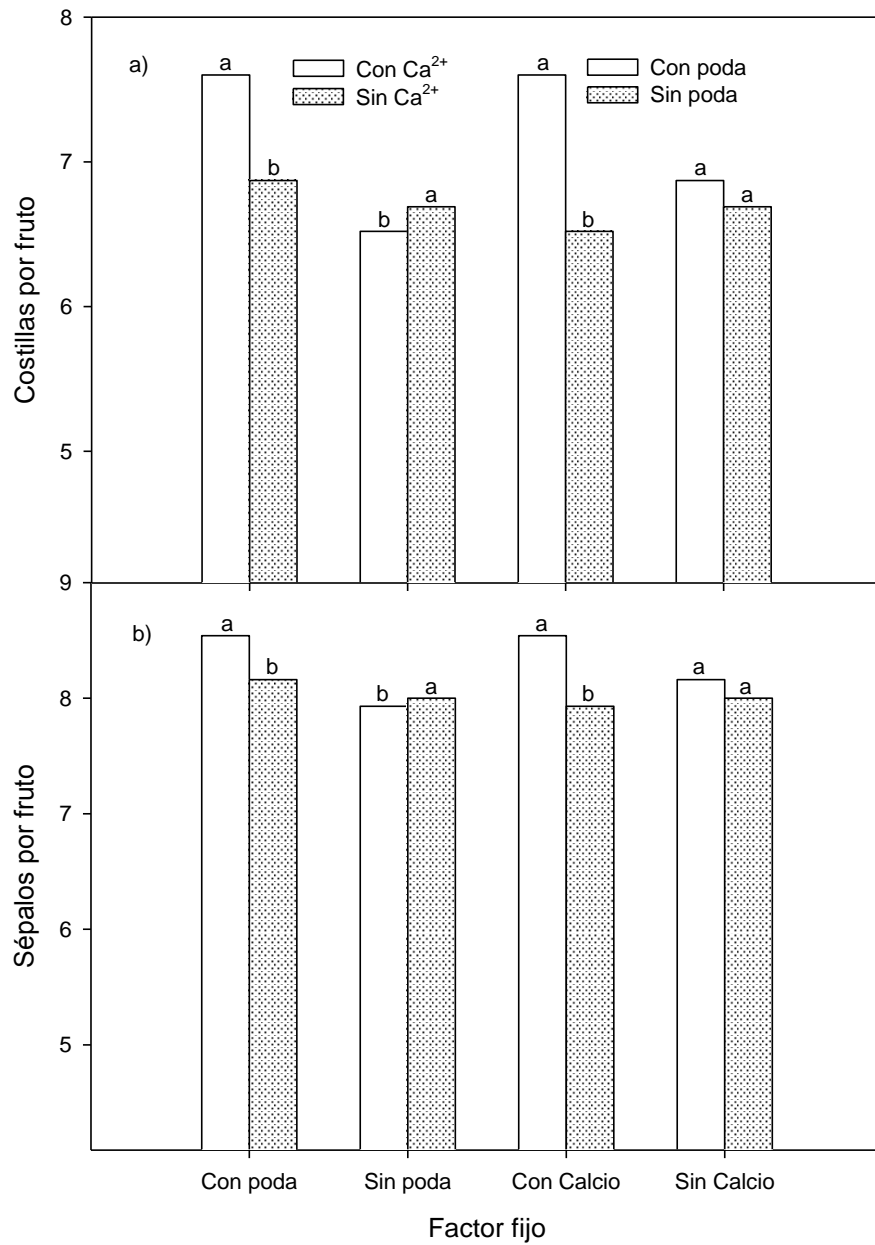


Figura 4.1. Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de Ca<sup>2+</sup> sobre el número de costillas (a) y sépalos (b) en los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.).

Cuadro 4.2. Comparaciones de medias de la interacción PodaXCalcio para algunos parámetros de calidad en los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.

Interacción	Costillas		Sépalos	Diámetro Ecuatorial
	Número			(mm)
+P	+Ca <sup>2+</sup>	‡7.60 <sup>a</sup>	8.54 <sup>a</sup>	44.92 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	6.87 <sup>b</sup>	8.16 <sup>b</sup>	43.89 <sup>a</sup>
-P	+Ca <sup>2+</sup>	6.52 <sup>b</sup>	7.93 <sup>b</sup>	42.23 <sup>b</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	6.69 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	43.36 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup>	+P	7.60 <sup>a</sup>	8.54 <sup>a</sup>	44.92 <sup>a</sup>
	-P	6.52 <sup>b</sup>	7.93 <sup>b</sup>	42.23 <sup>b</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	+P	6.87 <sup>a</sup>	8.16 <sup>a</sup>	43.89 <sup>a</sup>
	-P	6.69 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	43.36 <sup>a</sup>

P: poda; Ca<sup>2+</sup>: calcio; M: miel de abeja; -, +: sin, con; ‡: interacciones con la misma letra en la columna de cada uno de los contrastes, son estadísticamente iguales entre sí.

La presencia de un número variable de costillas en los frutos de estas selecciones es una de sus principales características. Dicho número se modificó por los tres factores de estudio (poda de frutos y aspersiones de calcio y de miel de abeja), y resultaron significativos en diferentes grados ( $\alpha=0.05$ , 0.01, 0.0001), los factores directos siguientes: poda de frutos, aplicación foliar de Ca<sup>2+</sup> y aspersiones foliar de miel de abeja, por la interacción simple: poda, por aplicación foliar de Ca<sup>2+</sup> y por la interacción compuesta: poda, por aplicación foliar de Ca<sup>2+</sup>, y por aspersiones foliar de miel (Cuadro 4.1).

Al hacer la poda de frutos en los racimos hubo, para los frutos restantes mayor disponibilidad de carbohidratos, agua y nutrimentos para los procesos de polinización y de formación de semillas y de los lóculos que a su vez dan origen a las costillas en este tipo de frutos (Fridman *et al.*, 2000). Con la aplicación interactiva del Ca<sup>2+</sup> con dicha poda, adicionalmente, se favoreció la división celular, la estabilidad de la membrana y pared celular (Crosgrave *et al.*, 1997), aumentando el número de costillas en los frutos, con respecto a la no aplicación de Ca<sup>2+</sup>. Estos aspectos ya se discutieron previamente en el inciso de número

sépalos. En la Figura 4.1a se muestra en forma esquemática la respuesta del cultivo a ésta interacción.

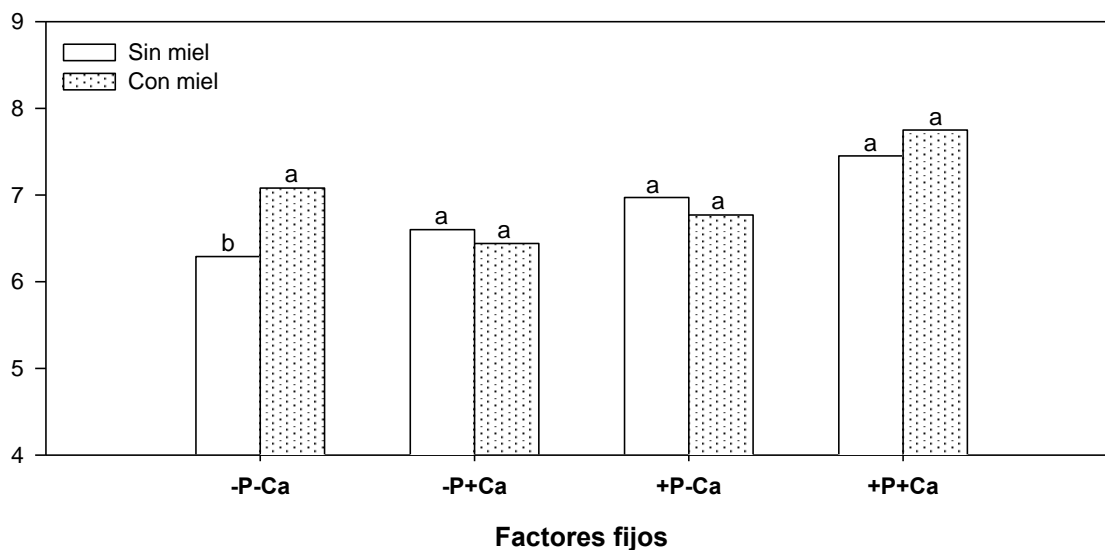


Figura 4.2. Efecto interactivo de la poda de racimos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el número de costillas en frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.).

Como lo muestra el Cuadro 4.1, la interacción doble ( $\text{P} \times \text{Ca}^{2+} \times \text{M}$ ) para el número de costillas resultó significativa, y también lo fue la interacción simple: poda y calcio, por lo que, en la interpretación estadística correspondiente, ésta última debe ser considerada variable fija, y la aspersión foliar de miel de abeja como variable aleatoria, tal como se muestra en la Figura 4.2 y en el Cuadro 4.4, en ambos, el único efecto significativo indica que las aspersiones foliares de miel de abeja incrementaron el número de costillas en los frutos sin poda ni aspersiones de calcio, con respecto a los frutos que no recibieron miel. Este efecto fue debido al aporte adicional de azúcares y otros nutrimentos fácilmente disponibles para su asimilación y transporte interno en los frutos, los cuales se encuentran contenidos en dicho producto (Xu *et al.*, 1997).

Aunque los genetistas reportan que las costillas de estos frutos son de origen genético, y los llaman jitomates bell pepper (por su parecido con el chile tipo bell)

como lo describen van der Knaap y Tanksley, 2003, éstas pueden modificarse por factores tales como la poda de frutos y aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$ , o con miel de abeja. El diámetro ecuatorial en forma similar que los resultados obtenidos para las variables número de sépalos y número de costillas, resultó significativa para la interacción simple: poda de frutos, por aplicaciones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$ , según se observa en el Cuadro 4.1. Por otra parte los valores mayores de número de sépalos, de número de costillas y de diámetro ecuatorial de los frutos, se obtuvieron cuando se asperjó con  $\text{Ca}^{2+}$  y se hizo poda de frutos, con respecto a los obtenidos cuando las plantas fueron asperjadas con  $\text{Ca}^{2+}$ , pero no se hizo poda de frutos (Cuadro 4.2 y Figura 4.3a).

Anteriormente, para explicar los números de sépalos y de costillas hallados en función de la poda de frutos, interactivamente con las aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$ , se destacó la importancia de realizar estas actividades conjuntamente y oportunamente. A estos resultados se agrega otro similar obtenido con el diámetro ecuatorial.

Cuando no se podaron los frutos y no se aplicó  $\text{Ca}^{2+}$  los valores de número de sépalos, de número de costillas y de diámetro ecuatorial de los frutos, fueron mayores con relación a los de los frutos que recibieron las aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$ , pero no fueron podados (Cuadro 4.2). Las explicaciones vertidas anteriormente para estos dos últimos puntos, con relación al número de sépalos y el número de costillas se aplican también para el diámetro ecuatorial de los frutos (Xu *et al.*, 1997).

Para el diámetro ecuatorial también resultó significativa la interacción simple: poda de frutos por aplicaciones de miel de abeja (Cuadro 4.1), las comparaciones de medias correspondientes del Cuadro 4.3 indican que el mayor valor de esta variable se alcanzó cuando se podaron los frutos y se aplicó miel de abeja y este valor fue significativamente mayor con relación a no aplicar la miel de abeja (Cuadro 4.3). De acuerdo con éste resultado, las aspersiones con miel de abeja constituyen otra opción, aparte de las aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$ , para incrementar el diámetro ecuatorial de los frutos. La explicación a éste efecto es que éste multiproducto aporta también calcio y potasio además de vitaminas y

hormonas que están fácilmente disponibles para la planta, cuando se aplica en forma de aspersiones foliares (Ball, 2007).

Para el diámetro ecuatorial también resultó significativa la interacción simple: aplicaciones de  $\text{Ca}^{2+}$  por aplicaciones de miel de abeja (Cuadro 4.1), las comparaciones de medias correspondientes del Cuadro 2.5 indican que el mayor valor de esta variable se alcanzó cuando no se aplicó  $\text{Ca}^{2+}$ , pero se aplicó miel de abeja y este valor fue significativamente mayor con relación a no aplicar ninguno de los dos productos. En frutos asperjados con  $\text{Ca}^{2+}$ , la miel de abeja no modificó el diámetro ecuatorial puesto que la cantidad de carbohidratos producidos por la planta fueron suficientes para cubrir la demanda de los frutos, pero en frutos sin aspersiones de calcio, la miel de abeja lo incrementó significativamente recordando que este multiproducto aporta también calcio y potasio, además de vitaminas y hormonas que están fácilmente disponibles para el cultivo al aplicarse al follaje (Ball, 2007).

Para el peso individual de los frutos, resultaron significativos ( $\alpha=0.05$ ) los efectos principales: poda y miel de abeja y la interacción compuesta: poda, por aplicaciones de  $\text{Ca}^{2+}$ , por aspersiones de miel de abeja (Cuadro 4.1).

En éste caso, como se explicó para el número de costillas, para analizar el efecto de la interacción doble se consideraron como fijos los efectos de la poda y la miel, y como variable el del  $\text{Ca}^{2+}$ . El único contraste significativo y con el cual se obtuvo el mayor peso individual del fruto fue con aplicaciones de  $\text{Ca}^{2+}$ , con aspersiones de miel de abeja y con poda, cuyo valor fue significativamente mayor con respecto a con  $\text{Ca}^{2+}$ , con miel y sin poda (Figura 4.4a). En la misma Figura 4.4b destaca que el tamaño individual de fruto con poda y con miel, no cambia significativamente, si se aplica, o no el  $\text{Ca}^{2+}$ . En la Figura 4.4c se entiende que el peso individual de los frutos con poda y  $\text{Ca}^{2+}$ , no cambia si se aplica o no la miel.

De lo anterior se infiere que el factor preponderante en la obtención del tamaño individual del fruto es la poda de frutos.

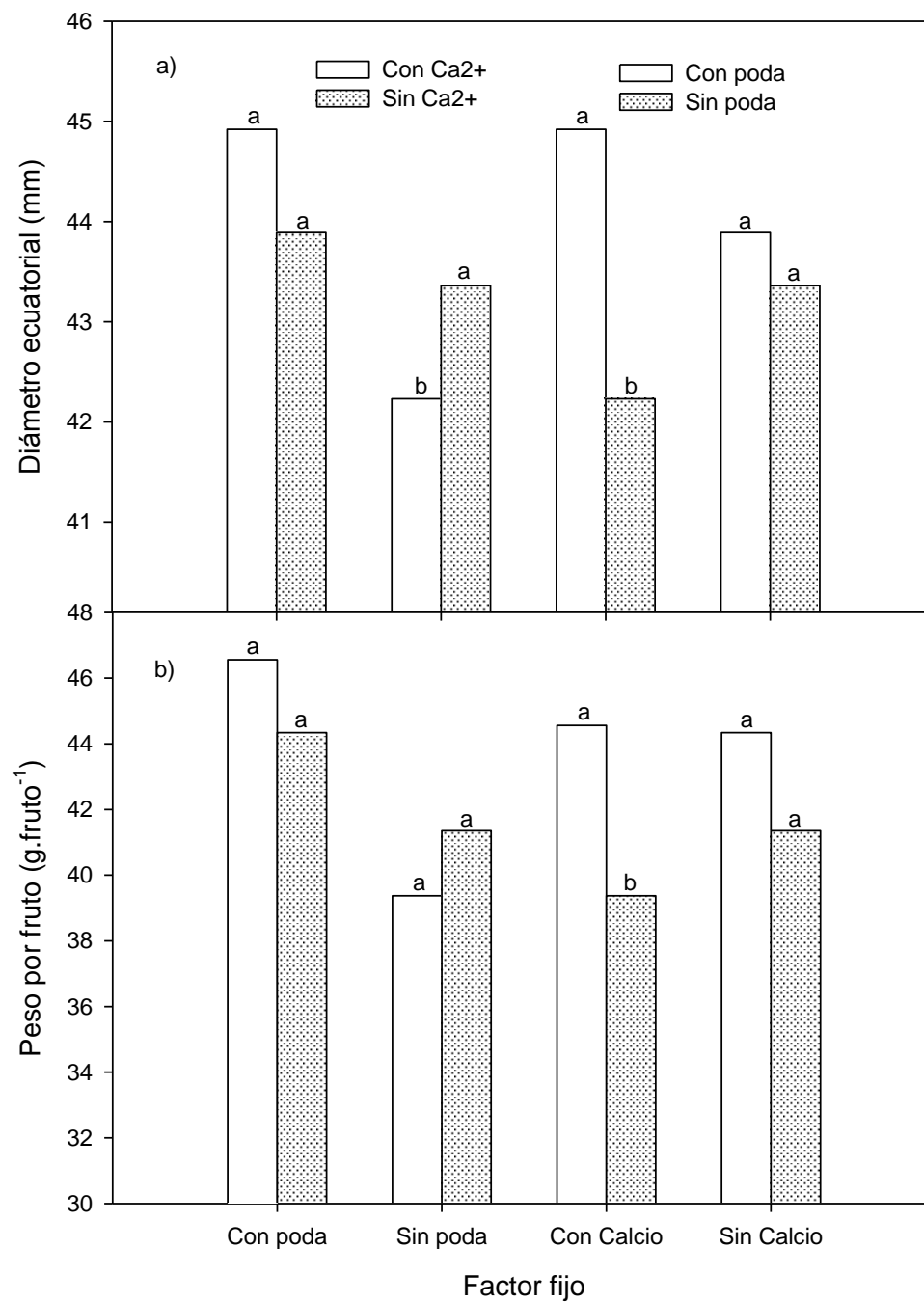


Figura 4.3. Efecto de la poda y aspersiones foliares de Ca<sup>2+</sup> sobre el diámetro ecuatorial (a) y peso de los frutos (b) del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.).

Los grados Brix en el jitomate constituyen otra variable importante de la calidad, pues es indicador del contenido de azúcares, mismo que puede cambiar por efecto de la fertilización (Arellano y Gutiérrez, 2006). Algunas publicaciones señalan que éste parámetro también varía entre genotipos de jitomate, ciertos tipos de estrés ambiental y el estado de madurez de los frutos, reportándose valores de 5-6 en jitomate saladette de crecimiento indeterminado, 5.27-6.92 en tomates para proceso industrial, 5.64-5.68 para tomates cherry y 7.5-8 en poblaciones locales de México (Jauregui *et al.*, 1999; Sandei *et al.*, 1999; Arellano y Gutiérrez, 2006; Juárez *et al.*, 2009).

Cuadro 4.3. Comparación de medias de la interacción PodaxMiel para el diámetro ecuatorial de fruto del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.

Interacción		Diámetro Ecuatorial (mm)
+P	+M	‡45.49 <sup>a</sup>
	-M	43.32 <sup>b</sup>
-P	+M	43.03 <sup>a</sup>
	-M	42.27 <sup>a</sup>
+M	+P	45.49 <sup>a</sup>
	-P	43.03 <sup>b</sup>
-M	+P	43.32 <sup>a</sup>
	-P	42.27 <sup>a</sup>

P: poda; Ca<sup>2+</sup>: calcio; M: miel de abeja; -, +: sin, con; ‡: interacciones con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales.

En el tomate de costilla del presente estudio, el valor de dicha variable cambió en función del efecto interactivo de las aspersiones de Ca<sup>2+</sup>, por las aplicaciones de miel de abeja (Cuadro 4.1) con  $\alpha=0.05$ , observándose un efecto substitutivo entre ambas sustancias como se aprecia en la Figura 4.5 y Cuadro 4.5, donde se muestra que el mayor valor de grados Brix se obtiene mediante la aplicación de miel de abeja o de Ca<sup>2+</sup>. Aplicando sólo miel de abeja fue posible aumentar de manera significativa el contenido de azúcares en estos frutos por el aporte de



carbohidratos y nutrimentos que se hace con dicho compuesto (Arellano y Gutiérrez, 2006).

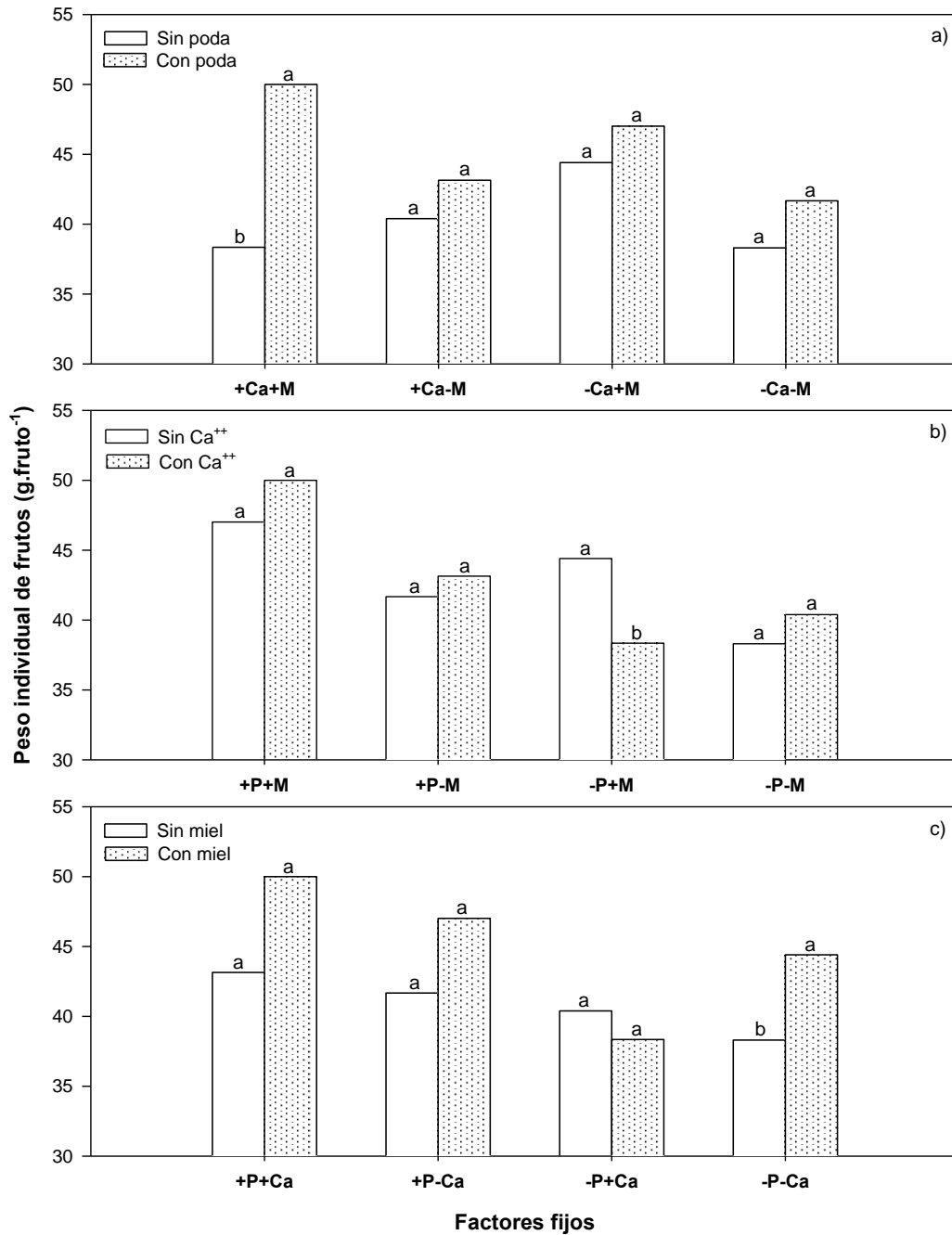


Figura 4.4. Interacción doble de la poda de racimos (a) y aspersiones foliares de Ca<sup>2+</sup> (b) y miel de abeja (c) sobre el peso individual de los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.).

Cuadro 4.4. Comparación de medias d la interacción PXCa<sup>2+</sup>XM número de costillas y el peso individual de los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.).

Interacción		Costillas por fruto	Peso individual de fruto (g·fruto <sup>-1</sup> )
+Ca <sup>2+</sup> +M	+P	---	49.99 <sup>a</sup>
	-P	---	38.34 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> -M	+P	---	43.14 <sup>a</sup>
	-P	---	40.39 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> +M	+P	---	47.01 <sup>a</sup>
	-P	---	44.40 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	+P	---	41.67 <sup>a</sup>
	-P	---	38.30 <sup>b</sup>
+P+M	+Ca <sup>2+</sup>	---	49.99 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	---	47.01 <sup>a</sup>
+P-M	+Ca <sup>2+</sup>	---	43.14 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	---	41.67 <sup>a</sup>
-P+M	+Ca <sup>2+</sup>	---	38.34 <sup>b</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	---	44.40 <sup>a</sup>
-P-M	+Ca <sup>2+</sup>	---	40.39 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	---	38.30 <sup>a</sup>
+P+Ca <sup>2+</sup>	+M	‡7.75 <sup>a</sup>	49.99 <sup>a</sup>
	-M	7.45 <sup>a</sup>	43.14 <sup>a</sup>
+P-Ca <sup>2+</sup>	+M	6.77 <sup>a</sup>	47.01 <sup>a</sup>
	-M	6.97 <sup>a</sup>	41.67 <sup>a</sup>
-P+Ca <sup>2+</sup>	+M	6.44 <sup>a</sup>	38.34 <sup>a</sup>
	-M	6.60 <sup>a</sup>	40.39 <sup>a</sup>
-P-Ca <sup>2+</sup>	+M	7.08 <sup>a</sup>	44.40 <sup>a</sup>
	-M	6.29 <sup>b</sup>	38.30 <sup>b</sup>

P: poda; Ca: calcio; M: miel; +,-; con y sin respectivamente; ‡: interacciones con la misma letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 4.5 Interacción simple de las aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el diámetro ecuatorial y los grados Brix de los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.).

Interacción		Diámetro Ecuatorial (mm)	°Brix
+Ca <sup>2+</sup>	+M	‡43.82 <sup>a</sup>	4.72 <sup>a</sup>
	-M	43.33 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	+M	44.70 <sup>a</sup>	5.57 <sup>a</sup>
	-M	42.55 <sup>b</sup>	4.72 <sup>b</sup>
+M	+Ca <sup>2+</sup>	43.82 <sup>a</sup>	4.72 <sup>b</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	44.70 <sup>a</sup>	5.57 <sup>a</sup>
-M	+Ca <sup>2+</sup>	43.33 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	42.55 <sup>a</sup>	4.72 <sup>a</sup>

P: poda; Ca<sup>2+</sup>: calcio; M: miel de abeja; -, +: sin, con; ‡: interacciones con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales.

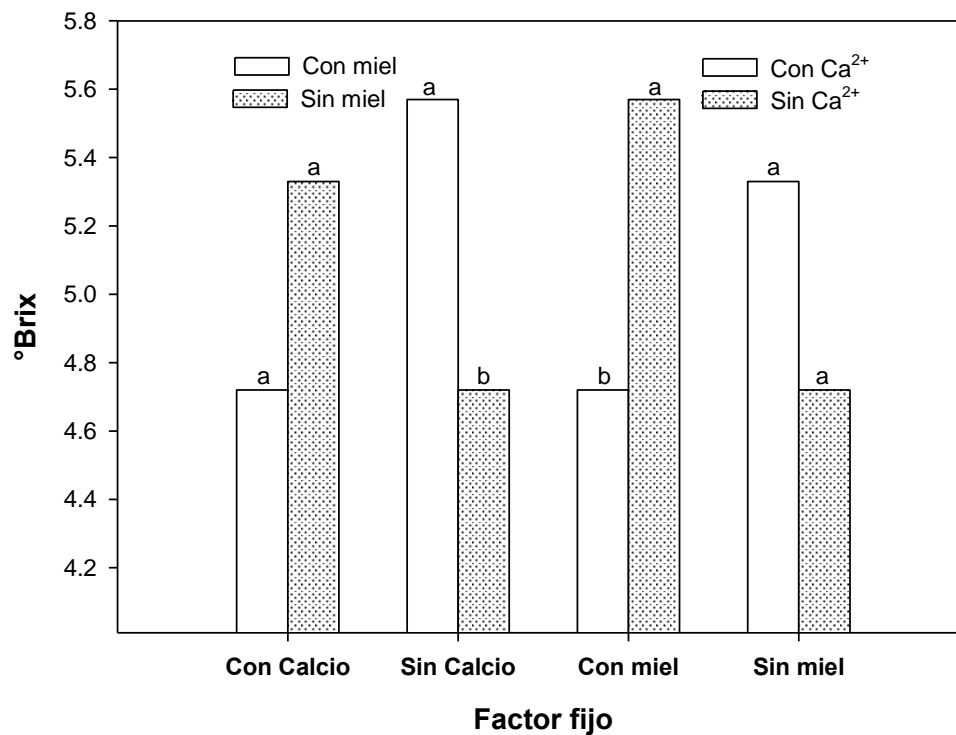


Figura 4.5. Interacción simple de las aspersiones de calcio y miel de abeja sobre los °Brix de los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.)

## CONCLUSIONES

La poda de frutos conjuntamente con las aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$  aumentaron significativamente el número de sépalos (4.6%), el número de costillas (10.6%) y el diámetro ecuatorial del fruto (2.3%).

La poda de frutos aumentó el peso individual de los mismos.

La aspersión foliar de miel de abeja, por sí misma (sólo ella) incrementó el peso individual de los mismos (12.5%).

La poda de frutos conjuntamente con la aspersión foliar de miel de abeja, incrementó el diámetro ecuatorial del fruto (5.0%)

La aspersión de sólo miel de abeja, o de solo  $\text{Ca}^{+2}$ , aumentó significativamente los grados Brix en los frutos (18.2 y 12.9% respectivamente).

## LITERATURA CITADA

- Alcántar G. G., Sandoval V. M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México. 156 p.
- Agong S. G., Schittenhelm S., Friedt W. Genotypic variation of Kenyan tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) germplasm. The Journal of Food Technology in Africa. 6: 1: 13-17.
- Alpert K. B., Tanksley S. D. 1996. High-resolution mapping and isolation of a yeast artificial chromosome contig containing *fw2.2*: A major fruit weight quantitative trait locus in tomato. Plant Biology 93: 15503-15507.
- Arellano Gil, M., Gutiérrez Coronado, M. A. 2006. Rendimiento y calidad postcosecha de tomate bajo diferentes esquemas de fertilización al suelo. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 12:001:113-118.
- Atanassova B., Shtereva L., Baraljeva D., Georgiev Hr. 1999. Study of the content variation of compounds related to nutritive and flavor quality in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). acta Hort. 613: 327-330.
- Aydogmus Z., Cetin S. M. 2002. Determination of ascorbic acid in vegetables by derivative spectrophotometry. Turk J. Chem. 26: 697-704.

- Ball D. W. 2007. The chemical composition of honey. *Journal of Chemical Education*. 84:10:1643-1646.
- Benincasa P., Beccafichi C., Guiducci M., Tei F. 2006. Source-sink relationship in processing tomato as affected by fruit load and nitrogen availability. *Acta Hort*. 700: 63-66.
- Bertin N., Causse M., Brunel B., Tricon D., Génard M. 2009. Identification of growth processes involved in QTLs for tomato fruit size and composition. *Journal of Experimental Botany* 60: 1: 237-248.
- Brewer, T. M.; Moyseenko, J. B.; Monforte, A. J.; van der Knaap, E. 2007. Morphological variation in tomato: a comprehensive study of quantitative trait loci controlling fruit shape and development. *J. of Exp. Bot.* 58: 6: 1339-1349.
- Bugarín Montoya R., Galvis Spinola A., Sánchez García P., García Paredes D. 2002a. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. *Terra* 20: 4: 401-409.
- Bugarín Montoya R., Galvis Spinola A., Sánchez García P., García Paredes D. 2002b. Demanda de potasio del tomate tipo saladette. *Terra* 20: 391-339.
- Cámara Hurtado, M., Sánchez Mata Ma. de C., Torija Isasa Ma. E. 2003. Frutas y verduras fuentes de salud. Serie nutrición y salud. Instituto de Salud Pública. Madrid, España. 84 p.
- Cardona E. M., Ríos L. A., Restrepo V. G. M. 2006. Extracción del carotenoide licopeno del tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*). *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica* 13: 2: 44-53.
- Chen K., Tanksley S. D. 2004. High-Resolution mapping and functional analysis of *se2.1*: a major stigma exertion quantitative trait locus associated with the evolution from allogamy to autogamy in the genus *Lycopersicon*. *Genetics*. 168:1563-1573.
- Cooper D. C. 1927. Anatomy and development of tomato flower. *Botanical Gazette* 83: 4: 399-411.
- Cosgreve D. J. 1997. Assembly and enlargement of the primary cell wall in plants. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 13: 171-201.

- Cruzado R. L., Gutierrez C. D. P., Ruiz Reyes S. G. 2007. Ensayo químico y efecto de antibiosis in vitro de la miel de abeja sobre microorganismos grampositivos y gramnegativos. *Rev. Med. Vallejana*. 4:2: 95-109.
- Dumas Y., Dadomo M., Di Lucca G., Grolier P. 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83:369-382.
- Escaff G., M.; Saavedra D., G.; Blanco M., C. 2006. La demanda por alimentos funcionales fuentes de nutraceuticos. *Tierra adentro*. Noviembre-Diciembre. 12-14.
- F. A. O., O. M. S. 2007. Codex Stan 293-2007. Norma del codex para el tomate. *Codex alimentarius*. 6 p.
- Fridman E., Pleban T., Zamir D. 2000. A recombination hotspot delimits a wild-species quantitative trait locus for tomato sugar content to 484 bp within an invertase gene. *Proc. Natl. Acad. Sci*. 97: 9: 4718-4723.
- Giovannoni J. 2001. Molecular biology of fruit maturation and ripening. *Plant Mol. Biol*. 52: 725-749.
- Gómez C. R, Rodríguez M. Ma. De las N., Cárdenas S. E., Sandoval V. M., Colinas L. M. T. 2006. Fertilización foliar con silicio como alternativa contra la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* (Sheld) en tomate d cáscara. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 12:69-75.
- González-Raya E., Benavides-Mendoza A., Ramírez H., Robledo-Torres V., Maiti R., Reyes-López A., Aguilera-Carbo A. F., Fuentes-Lara L. O., Hernández-Valencia R. E. M. 2004. Crecimiento de jitomate y calidad de frutos con diferentes concentraciones de nitrato. *Terra Latinoamericana* 23: 105-111.
- Gunes A., Alpaslan M., Inal A. 1998. Critical nutrient concentrations and antagonistic and synergistic relationships among the nutrients of NFT-grown young tomato plants. *Journal of Plant Nutrition* 21: 10: 2035-2047.
- Hao X., Papadopoulos A. P., Dorais M., Ehret D. L. Turcotte G., Gosselin A. 2000. Improving tomato fruit quality by raising the EC of NFT nutrient solutions and calcium spraying: effects on growth, photosynthesis, yield and quality. *Act hort*. 511: 211-221.

- Hirschi K. D. 2004. The calcium conundrum: both versatile nutrient and specific signal. *Plant Physiol* 136: 2438–2442.
- Ho L. C., White P. J. 2005. A cellular hypothesis for the induction of Blossom-end rot in tomato fruit. *Annals of Botany*. 95:4:571-581. doi:10.1093/aob/mci065.
- Jauregui J. I., Lumbreras M., Chavarri M. J., Macua J. I. 1999. Dry weight and Brix degree correlation in different varieties of tomatoes for industrial processing. *Acta Hort.* 487: 425-429.
- Juárez López P., Castro Brindis R., Colinas León T., Ramírez Vallejo P., Sandoval Villa M., Reed D. W., Cisneros Cevallos L., King S. 2009. Evaluación de calidad en frutos de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15: 2: 5-9.
- Lippman Z., Tanksley S. D. 2001. Dissecting the genetic pathway to extreme fruit size in tomato using a cross between the small-fruited wild species *Lycopersicon pimpinellifolium* and *L. esculentum* var. Giant Heirloom. *Genetics* 158: 413-422.
- Liu J., Cong B., Tanksley S. D. 2003. Generation and analysis of an artificial gene dosage series in tomato to study the mechanisms by which the cloned quantitative trait locus *fw2.2* controls fruit size. *Plant Physiology* 132: 292-299.
- Liu J., Van Eck J., Cong B., Tanksley S. D. 2002. A new class of regulatory genes underlying the cause of pear-shaped tomato fruit. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99: 20: 13302-13306.
- Liu Y., Roof S., Ye Z., Barry C., van Tuinen A., Vrebalov J., Bowler C., Giovannoni J. 2004. Manipulation of light signal transduction as a means of modifying fruit nutritional quality in tomato. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 101: 26: 9897-9902.
- Macua J. I., Lahoz I., Garnica J., Calvillo S., Zúñiga J., Santos A. 2007. Tomate de industria: resultados de la campaña 2006, novedades y perspectivas. Instituto Técnico de Gestión Agrícola. Navarra, España.
- Malone M., White P., Morales M. A. 2002. Mobilization of calcium in glasshouse tomato plants by localized scorching. *Journal of Experimental Botany*. 53: 366: 83-88.

- Marcelis L. F. M., Heuvelink E., Baan Hofman-Eijer L. R., Den Bakker J., Xue L. B. 2004. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. *Journal of Experimental Botany* 55: 406: 2261-2268.
- Martínez S., Grimaldi M. C., Garbi M., Artur M. 2001. Efecto de la defoliación en tres momentos fenológicos sobre el rendimiento en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Agric. Téc.* 61: 4: 522-526.
- Moreno D. A., Ahammad L., Villora G., Romero L. M. 2003. Relationship of leaf macronutrient concentrations in new tomato varieties to fruit yield. *Journal of Plant Nutrition* 26: 5: 1035-1054.
- Odriozola Serrano I., Soliva Fortuny R., Martín Belloso O. 2008. Effect of minimal processing on bioactive compounds and color attributes of fresh-cut tomatoes. *L. W. T.* 41: 217-226.
- Office of the Gene Technology Regulator. 2008. The biology of the *Ananas comosus* var. *comosus* (Pineapple). Australian Government. Department of Health and Ageing. 39 pag.
- Orsi C. H., Tanksley S. D. 2009. Natural variation in an ABC transporter gene associated with seed size evolution in tomato species. *PLoS Genet* 5(1): e1000347. doi:10.1371/journal.pgen.1000347
- Padem M., Ocal A., Senguin A. 1999. Effects of foliar fertilizers on yield and some characteristics of processing tomato. *Acta Hort.* 487: 225-227.
- Park S., Cheng N. H., Pittman J. K., Yoo K. S., Park J., Smith R. J., Hirschi K. D. 2005. Increased Calcium Levels and Prolonged Shelf Life in Tomatoes Expressing *Arabidopsis* H<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> Transporters. *Plant Physiol.* 139:1194-1206.
- Peet M. M., Sato S., Gardner R. G. 1998. Comparing heat stress effects on male-fertile and male-sterile tomatoes. *Plant, Cell and Environment* 21: 225-231.
- PRESSMAN E., BAR-TAL A., SHAKED R., ROSENFELD K. 1997. The development of tomato root system in relation to the carbohydrate status of the whole plant. *Annals of Botany* 80: 533-538.
- Sandei L., Carpi G., Rovere P. 1999. Production of high quality whole "tomato cherry" by means of high pressure treatment. *Acta Hort.* 487: 401-406.



- Sandei L., Siviero P., Zanotti G., Cabassi A., Leoni C. 2003. Evaluation of the lycopene content in processing tomato cultivars claiming "high pigment content". *Acta Hort. (ISHS)* 613:331-331.
- Sato S., Peet M. M., Thomas J. F. 2000. Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under chronic, mild heat stress. *Plant, Cell and Environment* 23: 719-726.
- Segura M. L., Contreras J. I., Salinas R., Lao M. T. 2009. Influence of salinity and fertilization level on greenhouse tomato yield and quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 40: 485-497.
- Shi J. 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Biotechnology* 20: 4: 293-334.
- Thrasivoul U. 2001. La Relación entre las características Físico-Químicas de la miel y los parámetros de sensibilidad a la cristalización. *Apiacta*. 36:2: 106–112.
- Van den Heuvel K. J., Van Lipzig R. H., Barendse G. W., Wullems G. J. 2002. Regulation of expression of two novel flower-specific genes from tomato (*Lycopersicon esculentum*) by gibberellins. *Journal of Experimental Botany* 53: 366: 51-59.
- Villegas T. O. G., Rodríguez M. Ma. De las N., Trejo T. L. I., Alcántar G. G. 2001. Potencial de la miel de abeja en la nutrición de plántulas de tomate. *Terra Latinoamericana* 19:97-102.
- Xiao H., Radovich C., Welty N., Hsu J., Li D., Meulia T., van der Knaap E. 2009. Integration of tomato reproductive developmental landmarks and expression profiles, and the effect of *SUN* on fruit shape. *B. M. C. Plant Biology* 9: 49
- Xu H., Gauthier L., Desjadins Y., Gosselin A. 1997. Photosynthesis in leaves, fruits, stem and petioles in greenhouse-grown tomato plants. *Photosynthetica* 33: 1: 113-123.
- Yi, S. S.; Jatoi, S. A.; Fujimura, T.; Yamanaka, S.; Watanabe, J.; Watanabe, K. N. 2008. Potential loss of unique genetic diversity in tomato landraces by

genetic colonization of modern cultivars at a non-center of origin. *Plant Breeding* 127: 189-196.

Yin Y. G. , Kobayashi Y., Sanuki A., Kondo S., Fukuda N., Ezura H., Sugaya S., Matsukura C. 2010. Salinity induces carbohydrate accumulation and sugar-regulated starch biosynthetic genes in tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. 'Micro-Tom') fruits in an ABA- and osmotic stress-independent manner. *Journal of Experimental Botany* 61: 2: 563-574.

## **CAPÍTULO 5. EFECTO DE LA PODA DE FRUTOS Y ASPERSIÓN FOLIAR DE $\text{Ca}^{2+}$ Y MIEL DE ABEJA SOBRE LA ANATOMÍA DE LOS FRUTOS DEL JITOMATE DE COSTILLA (*Solanum lycopersicum* Mill.)**

### **RESUMEN**

Es sabido que la poda de frutos de jitomate aumenta su tamaño por la reducción de la demanda total de carbohidratos y aumento de la oferta de los mismos para cada fruto. Por lo que se propuso utilizar dicha práctica para incrementar el tamaño de los frutos del jitomate de costilla, además de mejorar otras variables de calidad mediante aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja. El objetivo de esta investigación fue observar los cambios anatómicos en los frutos del jitomate de costilla que causan el aumento en el tamaño de los frutos y modifican la vida en anaquel de los mismos.

Los frutos de racimos podados y con aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja (+P+ $\text{Ca}^{2+}$ +M), desarrollaron una capa más de células epidérmicas y se modificó la apariencia de la cutícula en comparación con frutos intactos (-P- $\text{Ca}^{2+}$ -M), lo cual es un mecanismo que evita la deshidratación y prolonga la vida en anaquel. Las células del pericarpio fueron significativamente más largas con +P+ $\text{Ca}^{2+}$ +M que con -P- $\text{Ca}^{2+}$ -M, lo cual explica el aumento en el diámetro ecuatorial de los frutos

### **INTRODUCCIÓN**

El jitomate de costilla es una tipo de jitomate que se cultiva y comercializa de manera local en México y es muy apreciado por su sabor y color, sin embargo, su expansión a nivel comercial se ha frenado por que tiene muchos frutos pequeños con bajo peso en cada racimo, además de su corta vida en anaquel (Paczka *et al.*, 2003; Carravedo, 2006; Ramírez *et al.*, 2006). Para resolver dicha desventaja, los productores han empezado a utilizar técnicas especializadas de cultivo como el uso de invernaderos y la hidroponía sin lograr mucho éxito. Una práctica común a nivel comercial es la poda de racimos, porque al reducir la demanda se pueden obtener frutos más grandes y uniformes ya que la oferta de fotoasimilados es mayor para cada fruto (Martínez *et al.*, 2001; Yin *et al.*, 2010). Con ello se logra

alcanzar una buena calidad para los estándares comerciales, pero el mercado no sólo exige tamaño y peso, sino también durabilidad en anaquel, y para ello, tradicionalmente se ha recurrido a las aplicaciones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$ , ya que es un macronutriente esencial para el crecimiento y expansión celular, además, confiere estabilidad a la membrana y pared celular (Cosgrove, 1997; Suzuki *et al.*, 2003; Park *et al.*, 2005). Típicamente, su deficiencia en los frutos de jitomate se manifiesta como una pudrición en la parte distal, también llamada blossom-end rot, provocada por la baja disponibilidad de  $\text{Ca}^{2+}$ , interacción con otros cationes en el suelo y el ritmo acelerado de crecimiento del fruto (Mingo *et al.*, 2003; Park *et al.*, 2005; Marlow, 2010). También se ha reportado que un inadecuado suministro de agua a la parte aérea induce la pudrición en la parte distal del fruto, ya que es la principal forma de transporte en la planta, aunque no siempre un adecuado suministro de agua asegura la prevención de éste desorden fisiológico, pues también la cantidad de haces vasculares en los frutos determinan la susceptibilidad de los cultivares a dicha deficiencia (Adams y Ho, 1993; Ho *et al.*, 1993). De acuerdo con los datos reportados por Marlow (2010), debe existir sincronía entre el suministro de  $\text{Ca}^{2+}$  y el ritmo de crecimiento del fruto para evitar ese trastorno fisiológico, pues el tamaño del fruto cambia durante el día por efecto del ambiente. El crecimiento del fruto depende de las tasas de división y expansión celular, y en frutos grandes de jitomate como los de variedades comerciales, el tamaño celular es mayor en comparación con las del tipo silvestre, por lo que requieren de un adecuado suministro de calcio y cuidado ambiental (Fray *et al.*, 2000; Cong *et al.*, 2002).

En contraste, el adecuado suministro y control de algunos factores ambientales previene dicho problema durante el crecimiento del fruto de jitomate, además, es posible mejorar algunos aspectos de calidad mediante aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$  (Park *et al.*, 2005). Uno de los beneficios es mayor vida de anaquel, al retrasar la maduración del fruto (Romero *et al.*, 2006), debido a que dificulta la actividad de las enzimas degradadoras de la pared celular (Rose *et al.*, 1997; Meli *et al.*, 2010). Otra ventaja es el incremento de firmeza en los frutos, haciéndolos menos propensos al ataque de hongos como *Botrytis cinerea* durante su crecimiento y en

postcosecha (Yan, 1999; Cantu *et al.*, 2008). Según la revisión hecha por Yan (1999), al asperjar  $\text{Ca}^{2+}$  a los frutos del jitomate, éste confiere una forma hexagonal a las células de la epidermis y mayor grosor de su pared celular, prolongando la vida en anaquel (Bargel y Neinhuis, 2005).

Otra de las sustancias que podría ayudar a mejorar la calidad de los frutos del tomate de costilla es la miel de abeja, pues ésta contiene gran cantidad de azúcares, sustancias nitrogenadas, vitaminas y nutrimentos como  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  (Thrasivoul, 2001; Ball, 2007; Cruzado *et al.*, 2007), que estarían fácilmente disponibles para ser asimilados por los frutos y mejorar el contenido de azúcares.

Con base en lo anterior, se propuso utilizar la poda de frutos y aspersiones foliares de calcio y miel de abeja para detectar los cambios anatómicos que ocurren en los frutos al mejorar su calidad.

### **OBJETIVO**

Determinar los cambios anatómicos en los frutos del jitomate de costilla causados por la poda de frutos y aspersiones conjuntas de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja.

### **HIPÓTESIS**

La poda de frutos y aspersiones conjuntas de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja provocan cambios anatómicos en los frutos del jitomate de costilla.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento fue establecido en un invernadero tipo túnel del Colegio de Postgraduados, utilizando la variedad de jitomate de costilla Starmex2 obtenida del “Programa de Mejoramiento de Jitomate Mexicano” del Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad en el Campus Montecillo. Cuyas características fueron: alto porcentaje de emergencia (97 %), crecimiento indeterminado, follaje verde oscuro con racimos ramificados, en spray o circulares y frutos típicamente redondos y acostillados de color rojo intenso. Las semillas fueron germinadas en una cámara de germinación, de donde fueron retiradas con una radícula de 0.5 cm

y colocadas en una charola con peat-moss. El riego se hizo con agua hasta la emergencia (2 dds), y posteriormente se regó con la solución Steiner a  $-0.018$  MPa de potencial osmótico (PO). Después de 35 días la raíz fue tratada con promocarbclorhidrato (3 ml de  $\text{ia}\cdot\text{L}^{-1}$  de agua) y se trasplantaron en macetas con 19 litros con tezontle (partículas 0.3-0.7 cm) y conducidas a un tallo, utilizando una distancia entre plantas de 0.60 m y entre hileras de 1.20 m. Para fertilizar se utilizó la solución nutritiva Steiner a  $-0.072$  MPa de (9, 4, 7, 12, 1, y 7  $\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , y  $\text{SO}_4^-$ , respectivamente) sin modificar su contenido de oligonutrientes, que fue aplicada con un sistema de riego por goteo colocando dos emisores por planta.

El diseño experimental usado fue de bloques completos con tratamiento aleatorizados con arreglo factorial  $2^3$  para evaluar dos dosis de calcio ( $350 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  y  $0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y dos de miel de abeja (2 % p/p y 0 % p/p) aplicadas semanalmente por separado desde los 15 días después de trasplante (ddt). La poda de frutos consistió en dejar siete frutos por racimo (con poda: se podaron los frutos hasta que del fruto siete se desprendió la corola) o el racimo intacto (sin poda).

Para hacer las observaciones en el microscopio electrónico se tomaron frutos del racimo 6 de plantas sin poda de frutos ni aplicaciones de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja (-P- $\text{Ca}^{2+}$ -M) y de plantas con poda de frutos y aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja (+P+ $\text{Ca}^{2+}$ +M). Los frutos fueron de aproximadamente 0.5, 1 y 2.5 cm de diámetro ecuatorial. Las muestras fueron tomadas de cada fruto haciendo un solo corte para obtener una rodaja de la parte media (ecuatorial) del fruto, las cuales se colocaron en frascos con glutaraldeído (2.5 %) y amortiguador de fosfatos Sorensen's 0.1M pH 7.2 hasta cubrirlas. Posteriormente el tejido se deshidrató al sustituir gradualmente el glutaraldeído por alcohol etílico al 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % y 100 %, haciendo cambios cada 3 horas. Los segmentos se secaron a punto crítico (Sandri-780A) y se colocaron en porta muestras utilizando cinta adhesiva de carbono (Double sided carbon tape 8mm, Electron Microscopy Sciences<sup>®</sup>), posteriormente fueron colocadas en un ionizador (ion putter JFC-1100, Jeol<sup>®</sup>) para cubrirlas con una capa de dicho oro-paladio y volverlas

conductoras para facilitar su observación al microscopio electrónico de barrido (JEOL<sup>®</sup>, JSM-6390).

Las variables medidas fueron el grosor del tejido epidérmico y tamaño de sus células (largo y ancho), grosor del pericarpio y tamaño de sus células (largo y ancho) utilizando el software Image Tool (UTHSCSA, 2002), además, se midió el crecimiento del fruto desde la caída de la corola hasta que alcanzó su estado de madurez “estrella rosa”. Se realizó un análisis de varianza de los resultados como un diseño completamente al azar y la prueba de medias Tukey usando el software SAS v9.0 para Windows (SAS Institute, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La forma típica de las células epidérmicas del fruto del jitomate de costilla fue rectangular en la última etapa de muestreo, la cual está asociada con una baja resistencia a la penetración (Yan, 1999). El número de capas de células epidérmicas paso de una a tres en frutos intactos (-P-Ca<sup>2+</sup>-M), en cambio en frutos de racimos podados y con aspersiones de Ca<sup>2+</sup> y miel de abeja tuvieron hasta cuatro capas (Figura 5.3a y 5.3D). Esto también se muestra en el Cuadro 5.1, donde desde la etapa 1 se encontraron células significativamente más largas las células de los frutos de racimos podados y asperjados con Ca<sup>2+</sup> y miel de abeja (etapa 3), no obstante, el ancho fue similar entre las mismas. Tal incremento en el largo de las células epidérmicas en frutos de racimos podados y con aplicaciones de Ca<sup>2+</sup> y miel de abeja obedecen al aporte de carbohidratos tanto de las aplicaciones de miel como de los provenientes de la misma planta, los cuales se incorporaron a la estructura celular debido al Ca<sup>2+</sup> asperjado a la planta. A pesar del reforzamiento de la epidermis, la vida en anaquel es corta comparada con la registrada para frutos de variedades comerciales. Sin embargo, algunos autores señalan que un mayor número de capas de éste tejido en los frutos de jitomate ayudan a reducir la pérdida de agua y a mantener la turgencia celular, lo cual se traduce en la prolongación de la vida en anaquel y un menor ataque de patógenos oportunistas (Saladié *et al.*, 2007).

Cuadro 5.1. Análisis de varianza del efecto de la poda de frutos y aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la estructura celular del fruto del tomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) en tres etapas de crecimiento.

F. V.	Etapa	Células epidérmicas		GE	Células del pericarpio		GP
		Largo	Ancho		Largo	Ancho	
Tratamiento	1	**	ns	ns	Ns	*	**
	2	ns	**	*	**	**	*
	3	**	ns	ns	**	ns	**

F.V.: fuente de variación; GE: grosor de la epidermis; GP: grosor del pericarpio; \*, \*\*, ns: significativo con  $\alpha=0.05$ , 0.01 y no significativo respectivamente.

El grosor de la epidermis fue similar entre los tratamientos en las etapas 1 y 3, a excepción de la etapa 2 (Cuadro 5.2).

El tamaño de las células del pericarpio fue significativamente mayor con el tratamiento +P+Ca<sup>2+</sup>+M que con el tratamiento -P-Ca<sup>2+</sup>-M (Cuadro 5.1 y 5.2) en las dos etapas finales. Estas células fueron más anchas que largas, lo cual es un factor determinante en el incremento del diámetro ecuatorial de los frutos y en general del tamaño, y que podría ser parte del porque del aumento de tamaño de variedades silvestres a variedades cultivadas como lo han reportado otros investigadores (Barrero *et al.*, van der Knaap y Tanksley, 2003). El aumento del ancho en células del pericarpio se debe a la elongación celular, por lo que el aporte extra de carbohidratos (Ball, 2007) y Ca<sup>2+</sup> mediante aspersiones favoreció el crecimiento periclinal del fruto al convertirse en carbohidratos estructurales junto con el calcio, lo cual no sólo ayudó al aumento del diámetro ecuatorial del fruto sino también al aumento de su peso individual como se ha reportado en investigaciones previas (Cheniclet *et al.*, 2005). Un mayor número de capas de células epidérmicas y una cutícula más gruesa evitó la deshidratación y el ataque de patógenos a los frutos en anaquel (Mintz-Oron *et al.*, 2008), incrementando su vida postcosecha hasta 25 días.

El ancho de las células fue similar entre los tratamientos (Cuadro 5.1), sin embargo, en la etapa 3, a pesar de no haber diferencias estadísticas, las células



del pericarpio tiene casi el doble de ancho con el tratamiento +P+Ca<sup>2+</sup>+M (Cuadro 5.2). Esto aunado a que hubo una capa más de células epidérmicas en el mismo tratamiento (+P+Ca<sup>2+</sup>+M), es posible que el grosor final del pericarpio se halla incrementado significativamente como se muestra en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.2. Efecto de la poda de frutos y aspersiones de Ca<sup>2+</sup> y miel de abeja sobre el tamaño de células y grosor de la epidermis y pericarpio en frutos de tomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.).

F. V.		TCE (μm)		GE (μm)	TCP (μm)		GP (mm)
Etapa	Tratamiento	Largo	Ancho		Largo	Ancho	
1	-P-Ca <sup>2+</sup> -M	†6.91 <sup>b</sup>	8.36 <sup>a</sup>	8.17 <sup>a</sup>	39.57 <sup>a</sup>	30.38 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>
	+P+Ca <sup>2+</sup> +M	14.13 <sup>a</sup>	7.68 <sup>a</sup>	8.79 <sup>a</sup>	36.67 <sup>a</sup>	37.16 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>
	DMS	2.89	1.95	1.55	9.57	5.55	0.02
2	-P-Ca <sup>2+</sup> -M	17.59 <sup>a</sup>	5.34 <sup>b</sup>	22.97 <sup>b</sup>	37.77 <sup>b</sup>	30.72 <sup>b</sup>	0.59 <sup>b</sup>
	+P+Ca <sup>2+</sup> +M	15.18 <sup>a</sup>	11.08 <sup>a</sup>	28.31 <sup>a</sup>	66.16 <sup>a</sup>	63.26 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>
	DMS	3.82	2.75	3.66	9.17	18.54	0.13
3	-P-Ca <sup>2+</sup> -M	27.92 <sup>b</sup>	12.73 <sup>a</sup>	38.18 <sup>a</sup>	119.95 <sup>b</sup>	88.46 <sup>a</sup>	0.90 <sup>b</sup>
	+P+Ca <sup>2+</sup> +M	44.28 <sup>a</sup>	11.69 <sup>a</sup>	43.71 <sup>a</sup>	154.47 <sup>a</sup>	150.17 <sup>a</sup>	1.51 <sup>a</sup>
	DMS	5.79	6.21	7.47	14.58	61.97	0.06

F. V.: fuente de variación; -P: sin poda; +P: con poda; -Ca<sup>2+</sup>: sin calcio; +Ca<sup>2+</sup>: con calcio; -M: sin miel; +M: con miel; D.M.S.: diferencia mínima significativa; TCE: tamaño de las células epidérmicas; GE: grosor de la epidermis; TCP: tamaño de las células del pericarpio; GP: grosor del pericarpio; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo con  $\alpha=0.05$ ; \*\*\*: significativo con  $\alpha\leq 0.0001$ .

Las estructuras de los frutos del jitomate de costilla se muestran en la Figura 5.1, donde se aprecian tricomas glandulares del tipo VI sobre la epidermis del fruto, y en los que es posible apreciar su pie (Figura 5.1A1) y cabeza (Figura 5.1A2). Las Figuras 5.1B y 5.1D muestran las formas redonda y arriñonada respectivamente, típicas de los frutos del jitomate de costilla. En la Figura 1B, se observan las partes internas del fruto como el pericarpio (Figura 5.1B1), el lóculo con semillas creciendo sobre la placenta (Figura 5.1B2) y la placenta (Figura 5.1B3). La Figura

5.1C1 muestra la deformación del pericarpio por falta de crecimiento de la placenta inducido por la ausencia de semillas en la misma, ya que éstas aportan las hormonas necesarias para el crecimiento de tal tejido (Gorguet *et al.*, 2005).

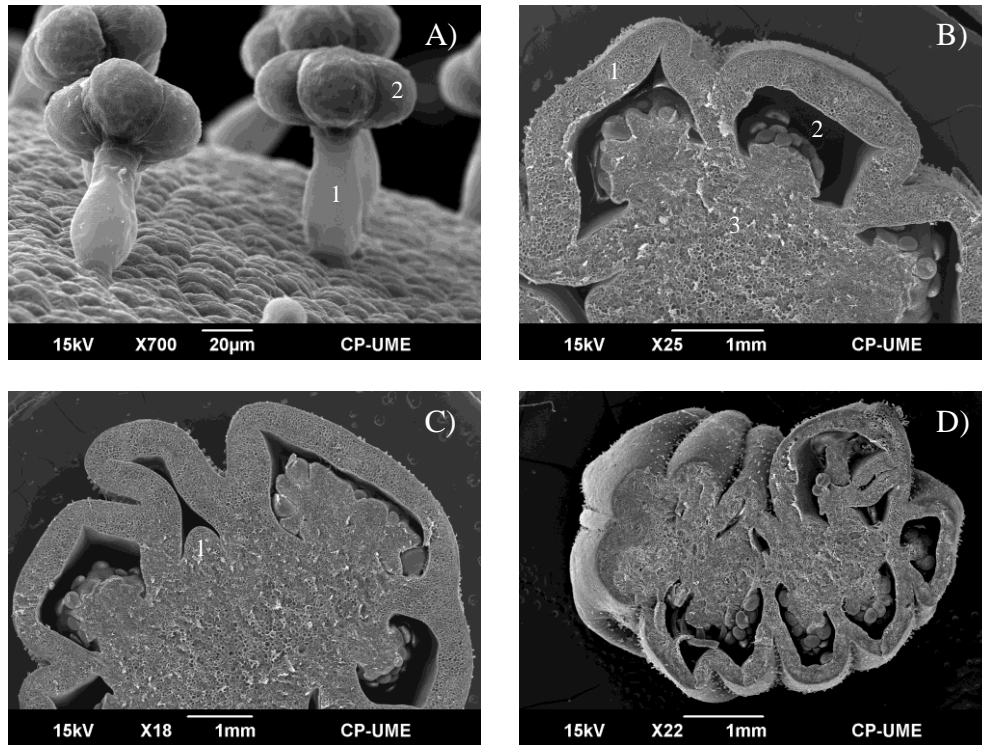


Figura 5.1. Estructuras del fruto de tomate de costilla: (A) tricomas glandulares: 1) pie y 2) cabeza; (B) Tejidos: 1) pericarpio, 2) lóculo y 3) placenta. Formas redonda (B) y arriñonada (D) del fruto. Deformación del pericarpio por ausencia de semillas en la placenta del lóculo (C1).

La Figura 5.2 y los anexos 5.1 y 5.2 muestran el crecimiento del diámetro ecuatorial de los frutos del tomate de costilla, donde a pesar de que se observa una diferencia entre los diámetros, ésta no fue estadísticamente significativa ( $\alpha=0.05$ ), porque frutos más grandes como los tipo “riñón” no influenciaron el promedio de dicha variable, ya que únicamente se midieron frutos tipo “calabacita” de la parte media del racimo. Tal diferencia se debe al suministro de mayor cantidad de fotoasimilados a cada fruto en los racimos podados, pues es la principal razón por la que los frutos tuvieron un mayor diámetro (Cuadro 5.3). Las aplicaciones de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja contribuyeron al incremento del peso individual de los frutos y su contenido de azúcares (Cuadro 5.3).

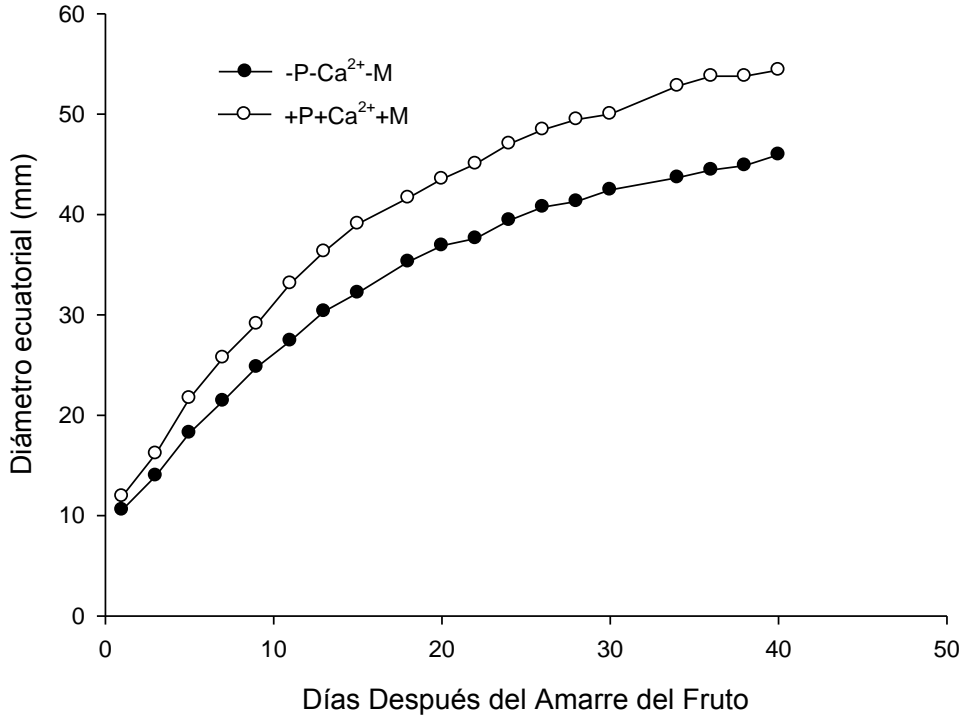


Figura 5.2. Efecto de la poda y aspersiones de Ca y miel de abeja sobre el diámetro ecuatorial de los frutos del tomate de costilla (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero.

A pesar del aumento de peso en los frutos, éste es bajo en comparación con pesos de variedades comerciales debido a que existe un fuerte componente genético en el que el número de carpelos y el tamaño de las células es determinante (Nesbitt y Tanksley, 2001).

Cuadro 5.3. Efecto de la poda de frutos y aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el diámetro ecuatorial, peso individual y grados Brix de los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum*) cultivado en hidroponía e invernadero.

Factor	Diámetro Ecuatorial	Peso por fruto	°Brix
	(mm)	$\text{g}\cdot\text{fruto}^{-1}$	
Poda (P)	***	***	ns
Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )	Ns	ns	ns
P X $\text{Ca}^{2+}$	**	ns	ns
Miel	**	**	ns
P X M	*	ns	ns
$\text{Ca}^{2+}$ X M	*	ns	**
P X $\text{Ca}^{2+}$ X M	Ns	*	ns
CV (%)	18.51	57.16	11.03

CV: coeficiente de variación; ns, \*, \*\*, \*\*\*: no significativo, significativo a los niveles de  $\alpha \leq 0.05$ , 0.01 ó 0.0001 respectivamente.

La epidermis en los frutos de 0.5 cm estuvo constituida por una capa de células, mientras que en frutos de 2.5 cm de diámetro, el número de capas de células epidérmicas aumentó a 3 en frutos sin poda y sin aspersiones de calcio y miel de abeja (-P- $\text{Ca}^{2+}$ -M), mientras que en frutos con poda y aspersiones de calcio y miel de abeja (+P+ $\text{Ca}^{2+}$ +M) se desarrollo una capa más (Figura 5.3D). También en éstos últimos (+P+ $\text{Ca}^{2+}$ +M), se puede apreciar una constitución más gruesa de la cutícula (Figuras 3D), la cual presenta una apariencia distinta con el tratamiento +P+ $\text{Ca}^{2+}$ +M (Figura 5.3D) en relación con el tratamiento -P- $\text{Ca}^{2+}$ -M (Figura 5.3B). Lo cual pudo haber constituido una barrera para evitar la deshidratación de los frutos y a prolongar la vida de anaquel de los mismos, aunque sin alcanzar el tiempo en anaquel de las variedades comerciales.

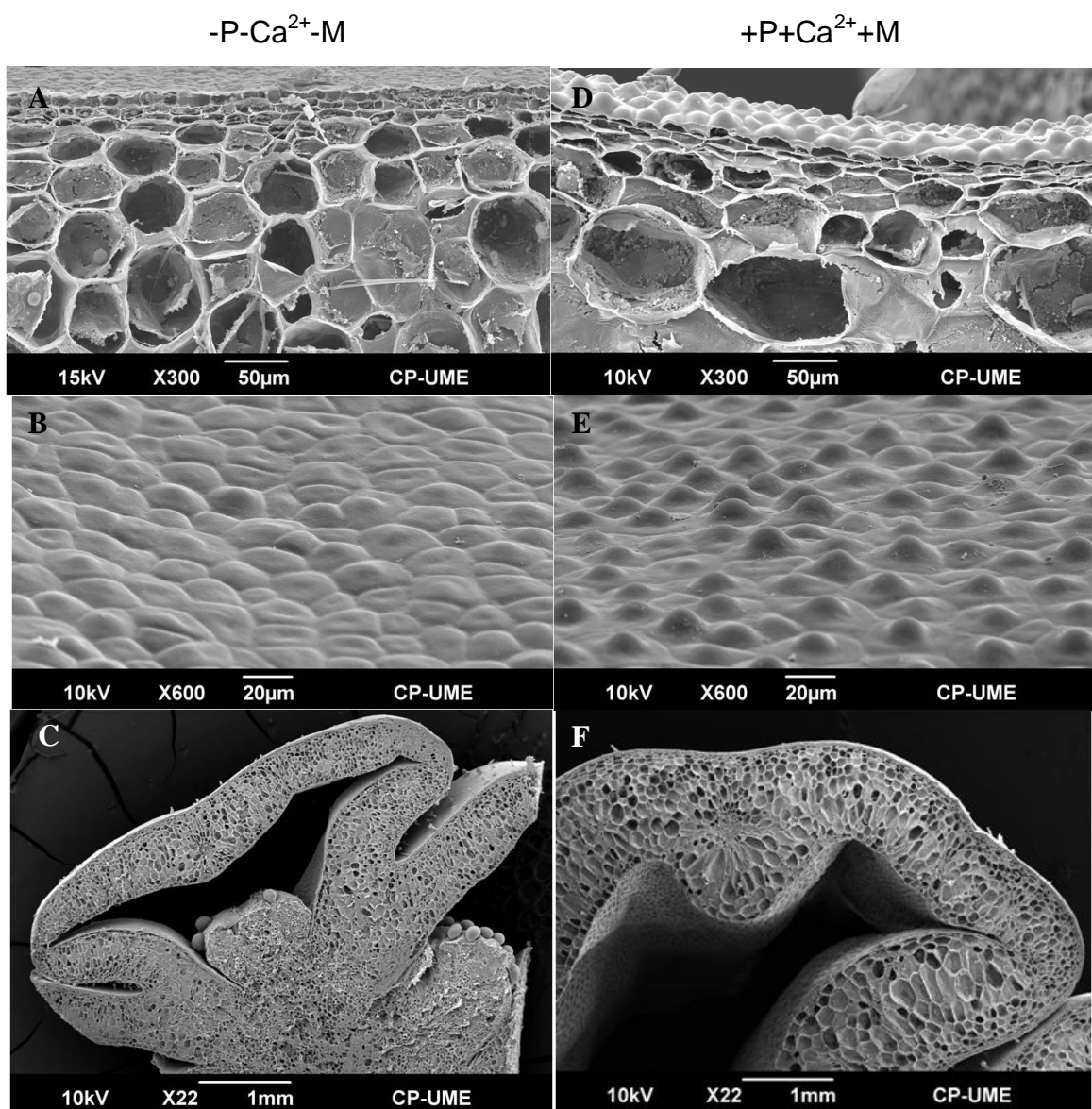


Figura 5.3. Efecto de la poda de frutos y aspersiones de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la epidermis (A y D), cutícula (B y E) y pericarpio (C y F) de los frutos de jitomate de costilla de 2.5 cm de diámetro.

El pericarpio de los frutos fue uno de los tejidos que se modificó significativamente con la poda de frutos y las aspersiones de calcio y miel de abeja (Cuadro 5.1), pues como lo muestra la Figura 5.3, los frutos intactos (-P- $\text{Ca}^{2+}$ -M) tuvieron un pericarpio más delgado (Figura 5.3C) en comparación con el de los frutos podados y asperjados con  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja (Figura 5.3F). También es posible apreciar

que hubo mayor acumulación de almidón en frutos podados y asperjados con  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja (Figura 5.4B) que en los que permanecieron intactos (Figura 5.4A), siendo ésta una de las causas de que los grados Brix se incrementaran en los frutos como se muestra en el Cuadro 5.2.

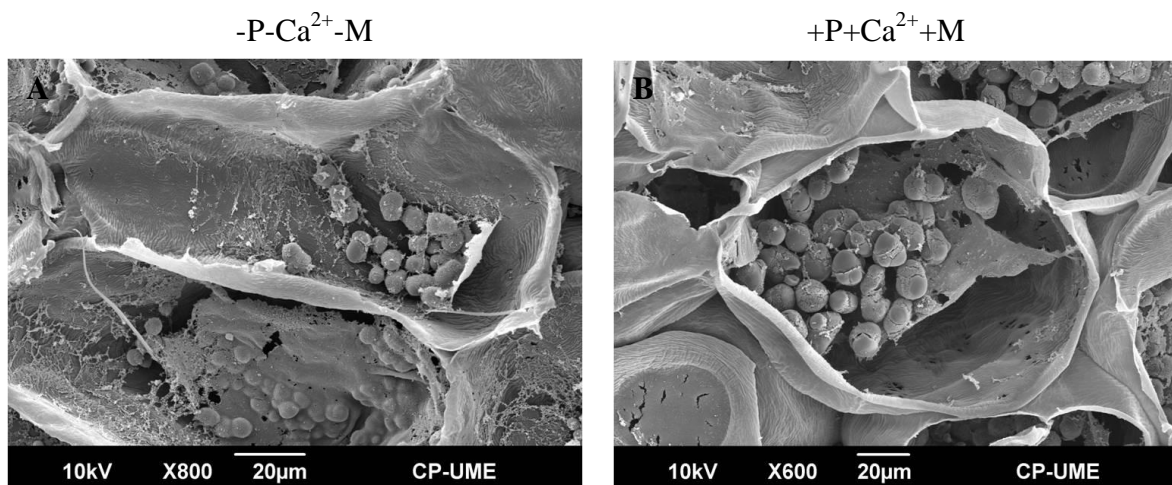


Figura 5.4. Acumulación de almidón por efecto de la poda de racimos y aspersiones de calcio y miel de abeja en el pericarpio de frutos del jitomate de costilla de 2.5 cm de diámetro.

### CONCLUSIONES

La poda de racimos y la aplicación conjunta de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja promovieron la formación de una capa más de células epidérmicas en los frutos del jitomate de costilla, además de aumentar significativamente el grosor del pericarpio.

El ancho de las células del pericarpio aumentó con el tratamiento  $+P+\text{Ca}^{2+}+M$  reflejándose en un mayor crecimiento del diámetro ecuatorial de los frutos.

### LITERATURA CITADA

- Adams P., Ho L. C. 1993. Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Plant and Soil*. 154: 127-132.
- Ball D. W. 2007. The chemical composition of honey. *Journal of Chemical Education*. 84:10:1643-1646.

- Barrero L. S., Cong B., Wu F., Tanksley S.D. 2006. Developmental characterization of the fasciated locus and mapping of *Arabidopsis* candidate genes involved in the control of floral meristem size and carpel number in tomato. *Genome* 49:991-1006.
- Bargel H., Neinhuis C. 2005. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit growth and ripening as related to the biomechanical properties of fruit skin and isolated cuticle. *Journal of Experimental Botany* 56: 413: 1049-1060.
- Cantu D., Vicente A. R., Greve L. C., Dewey F. M., Bennett A. B., Labavitch J. M., Powell A. L. T. 2008. The intersection between cell wall disassembly, ripening, and fruit susceptibility to *Botrytis cinerea*. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 105: 3: 859-864.
- Carravedo F. M. 2006. Variedades autóctonas de tomates de Aragón. Centro de investigaciones de tecnología agroalimentaria de Aragón. 238 p.
- Cheniclet C., Rong W. Y., Causse M., Frangne N., Bolling L., Carde J. P., Renaudin J. P. 2005. Cell expansion and endoreduplication show a large genetic variability in pericarp and contribute strongly to tomato fruit growth. *Plant Physiology* 139: 1984-1994.
- Cong B., Liu J., Tanksley S. D. 2002. Natural alleles at a tomato fruit size quantitative trait locus differ by heterochronic regulatory mutations. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99: 21: 13606-13611.
- Cosgreve D. J. 1997. Assembly and enlargement of the primary cell wall in plants. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 13: 171-201.
- Cruzado R. L., Gutierrez C. D. P., Ruiz Reyes S. G. 2007. Ensayo químico y efecto de antibiosis in vitro de la miel de abeja sobre microorganismos grampositivos y gramnegativos. *Rev. Med. Vallejana.* 4:2: 95-109.
- Frary A., Nesbitt T. C., Frary A., Grandillo S., van der Knaap E., Cong B., Liu J., Meller J., Elber R., Alpert K. B., Tanksley S. D. 2002. *fw2.2*: A Quantitative trait locus key to the evolution of tomato fruit size. *Science* 289: 85-88.
- Gorguet B., van Heusden A. W., Lindhout P. 2005. Parthenocarpic fruit development in tomato. *Plant Biology* 7: 131-139.

- Ho L. C., Belda R., Brown M., Adrews J., Adams P. 1993. Uptake and transport of calcium and possible causes of blossom-end rot in tomato. *Journal of Experimental Botany*. 44: 259: 509-518.
- Marlow D. H. 2010. Fruit growth rate (fgr) and it's effect on russetting and blossom-end-rot (BER) in beef-steak tomatoes. DHM Horticultural Consulting Guelph, ON, Canada.
- Martínez S., Grimaldi M. C., Garbi M., Artur M. 2001. Efecto de la defoliación en tres momentos fenológicos sobre el rendimiento en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Agric. Téc.* 61: 4: 522-526.
- Meli V. S., Ghosh S., Prabha T. N., Chakraborty N., Chakraborty S., Datta A. Enhancement of fruit shelf life by uppressing N-glycan processing enzymes. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107: 6: 2413-2418.
- Mingo D. M., Bacon M. A., Davies W. J. 2003. Non-hydraulic regulation of fruit growth in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* cv. Solairo) growing in drying soil. *Journal of Experimental Botany* 54: 385: 1205-1212.
- Mintz-Oron S., Mandel T., Rogachev I., Feldberg L., Lotan O., Yativ M, Wang Z., Jetter R., Venger I., Adato A., Aharoni A. 2008. Gene expression and metabolism in tomato fruit surface tissues. *Plant Physiology* 147: 823–85.
- Nesbitt T. C., Tanksley S. D. 2001. *Fw2.2* directly affects the size of developing tomato fruit, with secondary effects on fruit number and photosynthate distribution. *Plant Physiology* 127: 575-583.
- Paczka O., R., Martínez A., M. A., Sánchez G., J. J. 2003. Recursos fitogenéticos autóctonos. 27-50 pp. *In: Recursos filogenéticos de México para la alimentación y la agricultura.* 2003. SNICS, SOMEFI. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México.
- Park S., Cheng N. H., Pittman J. K., Yoo K. S., Park J., Smith R. J., Hirschi K. D. 2005. Increased Calcium Levels and Prolonged Shelf Life in Tomatoes Expressing Arabidopsis  $H^+/Ca^{2+}$  Transporters. *Plant Physiol.* 139:1194-1206.



- Ramírez V. P., Rodríguez G. M. N., Castillo G. F. 2006. Diversidad morfológica en poblaciones de jitomate nativas de México. Instituto de recursos genéticos y productividad. Colegio de Postgraduados.
- Rose J. K. C., LEE H. H., BENNET A. B. 1997. Expression of a divergent expansin gene is fruit-specific and ripening-regulated. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 94: 955-5960.
- SAS Institute. 2002. SAS para Windows V9.0. Cary, N. C., USA.
- Saladié M., Matas A. J., Issacson T., Jenks M. A., Goodwin S. M., Niklas K. J., Xiaolin R., Labavitch J. M., Shackel K. A., Fernie A. R., Lytovchenko A., O'Neill M. A., Watkins C. B., Rose J. K. C. 2007. A reevaluation of the key factors that influence tomato fruit softening and integrity. *Plant Physiology* 144: 1012-1028.
- Suzuki K., Shono M., Egawa Y. 2003. Localization of calcium in the pericarp cells of tomato fruits during the development of blossom-end rot. *Protoplasma* 222: 149-156.
- Thrasivoul U. 2001. La Relación entre las características Físico-Químicas de la miel y los parámetros de sensibilidad a la cristalización. *Apiacta.* 36:2: 106–112.
- UTASCSA. 2002. UTASCSA Image Tool 3.0 para Windows. The University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas.
- van der knap E., Tanksley S. D. 2003. The making of a bell pepper-shaped tomato fruit: identification of loci controlling fruit morphology in Yellow Stuffer tomato. *Theor. Appl. Genet.* 107:139–147.
- Yan L. 1999. Review on the studies on tomato storability. *Acta Hort.* 487: 113-115.
- Yin Y. G. , Kobayashi Y., Sanuki A., Kondo S., Fukuda N., Ezura H., Sugaya S., Matsukura C. 2010. Salinity induces carbohydrate accumulation and sugar-regulated starch biosynthetic genes in tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. 'Micro-Tom') fruits in an ABA- and osmotic stress-independent manner. *Journal of Experimental Botany* 61: 2: 563-574.

## ANEXO CAPÍTULO 1

**Anexo 1.1.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre el crecimiento del sistema radical de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivadas en hidroponía e invernadero en 2007

Factores	Longitud radical (cm)			Volumen radical (mL·raíz <sup>-1</sup> )			Materia seca de raíz (g·raíz <sup>-1</sup> )			
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	
Selección	ns	Ns	ns	**	ns	**	*	ns	ns	
Starmex1	25.41 <sup>a†</sup>	39.75 <sup>a</sup>	67.00 <sup>a</sup>	10.62 <sup>b</sup>	120.63 <sup>a</sup>	273.13 <sup>a</sup>	0.3534 <sup>b</sup>	14.80 <sup>a</sup>	45.53 <sup>a</sup>	
Starmex2	26.42 <sup>a</sup>	41.25 <sup>a</sup>	66.25 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>	157.50 <sup>a</sup>	258.13 <sup>a</sup>	0.5834 <sup>a</sup>	15.41 <sup>a</sup>	38.20 <sup>a</sup>	
Starmex3	23.37 <sup>a</sup>	42.62 <sup>a</sup>	61.25 <sup>a</sup>	17.87 <sup>a</sup>	168.50 <sup>a</sup>	158.75 <sup>b</sup>	0.6338 <sup>a</sup>	14.20 <sup>a</sup>	26.89 <sup>a</sup>	
Potencial osmótico (MPa)	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	
Steiner -0.036	26.45 <sup>a</sup>	40.33 <sup>a</sup>	66.00 <sup>a</sup>	13.83 <sup>a</sup>	136.25 <sup>a</sup>	227.50	0.5085 <sup>a</sup>	12.41 <sup>b</sup>	32.73 <sup>a</sup>	
Steiner -0.072	23.68 <sup>a</sup>	42.08 <sup>a</sup>	63.66 <sup>a</sup>	15.16 <sup>a</sup>	160.83 <sup>a</sup>	232.50	0.5385 <sup>a</sup>	17.19 <sup>a</sup>	41.01 <sup>a</sup>	
Selección x PO	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Starmex1	-0.036	25.62 <sup>a</sup>	39.25 <sup>a</sup>	66.50 <sup>a</sup>	11.25 <sup>b</sup>	116.25 <sup>a</sup>	257.5	0.32	10.84 <sup>a</sup>	39.15 <sup>a</sup>
	-0.072	25.20 <sup>a</sup>	39.25 <sup>a</sup>	67.50 <sup>a</sup>	10.00 <sup>b</sup>	125.00 <sup>a</sup>	288.75	0.3790 <sup>a</sup>	18.75 <sup>a</sup>	51.91 <sup>a</sup>
Starmex2	-0.036	26.37 <sup>a</sup>	40.25 <sup>a</sup>	70.00 <sup>a</sup>	13.50 <sup>ab</sup>	135.00 <sup>a</sup>	265.00	0.5451 <sup>a</sup>	13.88 <sup>a</sup>	40.81 <sup>a</sup>
	-0.072	26.47 <sup>a</sup>	43.25 <sup>a</sup>	62.50 <sup>a</sup>	16.50 <sup>ab</sup>	180.00 <sup>a</sup>	251.25	0.6218 <sup>a</sup>	16.94 <sup>a</sup>	35.55 <sup>a</sup>
Starmex3	-0.036	27.37 <sup>a</sup>	42.50 <sup>a</sup>	61.50 <sup>a</sup>	16.75 <sup>ab</sup>	157.50 <sup>a</sup>	160.00	0.6526 <sup>a</sup>	12.52 <sup>a</sup>	18.24 <sup>a</sup>
	-0.072	19.37 <sup>a</sup>	42.75 <sup>a</sup>	61.00 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	177.50 <sup>a</sup>	157.00	0.6150 <sup>a</sup>	15.88 <sup>a</sup>	35.55 <sup>a</sup>
C. V. (%)	26.45	9.61	15.06	23.18	25.59	30.14	34.16	26.67	43.31	

PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; C. V.: coeficiente de variación; <sup>†</sup>valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*, \*\*\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$ , significativo con  $\alpha \leq 0.01$ , significativo con  $\alpha \leq 0.0001$  respectivamente.

**Anexo 1.2.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el crecimiento del sistema radical del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivado en hidroponía e invernadero en 2008

Factores	Sistema radical		
	Longitud ( $\text{cm}\cdot\text{raíz}^{-1}$ ) <sup>1)</sup>	Volumen ( $\text{mL}\cdot\text{raíz}^{-1}$ )	Materia seca ( $\text{g}\cdot\text{raíz}^{-1}$ )
Poda	ns	ns	ns
+P	47.31 <sup>a†</sup>	187.50 <sup>a</sup>	37.56 <sup>a</sup>
-P	47.50 <sup>a</sup>	184.37 <sup>a</sup>	34.25 <sup>a</sup>
Calcio	ns	*	ns
+ $\text{Ca}^{2+}$	46.25 <sup>a</sup>	156.87 <sup>a</sup>	33.97 <sup>a</sup>
- $\text{Ca}^{2+}$	48.56 <sup>a</sup>	215.00 <sup>b</sup>	37.84 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	ns
+P + $\text{Ca}^{2+}$	46.75 <sup>a</sup>	176.25 <sup>a</sup>	37.94 <sup>a</sup>
- $\text{Ca}^{2+}$	47.87 <sup>a</sup>	198.75 <sup>a</sup>	37.18 <sup>a</sup>
-P + $\text{Ca}^{2+}$	45.75 <sup>a</sup>	137.50 <sup>a</sup>	30.01 <sup>a</sup>
- $\text{Ca}^{2+}$	49.25 <sup>a</sup>	231.25 <sup>a</sup>	38.49 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	ns
+M	47.50 <sup>a</sup>	205.00 <sup>a</sup>	39.18 <sup>a</sup>
-M	47.31 <sup>a</sup>	166.87 <sup>a</sup>	32.63 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	ns	ns
+P +M	46.50 <sup>a</sup>	213.75 <sup>a</sup>	41.97 <sup>a</sup>
-M	48.12 <sup>a</sup>	161.25 <sup>a</sup>	33.14 <sup>a</sup>
-P +M	48.50 <sup>a</sup>	196.25 <sup>a</sup>	36.38 <sup>a</sup>
-M	46.50 <sup>a</sup>	172.50 <sup>a</sup>	32.12 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	ns
+ $\text{Ca}^{2+}$ +M	45.25 <sup>a</sup>	165.00 <sup>a</sup>	36.61 <sup>a</sup>
-M	47.25 <sup>a</sup>	148.75 <sup>a</sup>	31.34 <sup>a</sup>
- $\text{Ca}^{2+}$ +M	49.75 <sup>a</sup>	245.00 <sup>a</sup>	41.75 <sup>a</sup>
-M	47.37 <sup>a</sup>	185.00 <sup>a</sup>	33.92 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	ns
+P + $\text{Ca}^{2+}$ +M	45.25 <sup>a</sup>	202.50	43.51 <sup>a</sup>
-M	48.25 <sup>a</sup>	150.00	32.36 <sup>a</sup>
- $\text{Ca}^{2+}$ +M	47.75 <sup>a</sup>	225.00	40.44 <sup>a</sup>
-M	48.00 <sup>a</sup>	172.50	33.92 <sup>a</sup>
-P + $\text{Ca}^{2+}$ +M	45.25 <sup>a</sup>	127.50	29.71 <sup>a</sup>
-M	46.25 <sup>a</sup>	147.50	30.32 <sup>a</sup>
- $\text{Ca}^{2+}$ +M	51.75 <sup>a</sup>	265.00	43.06 <sup>a</sup>
-M	46.75 <sup>a</sup>	197.50	33.93 <sup>a</sup>
C. V. (%)	8.79	41.10	37.50

P: poda; M: miel de abeja; +,-: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns,\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$  respectivamente.

**Anexo 1.3.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre la altura de planta de tres selecciones de jitomate de costilla (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2007.

Factor	Días después del trasplante															
	16	20	28	35	42	48	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119
Selección	***	***	***	***	**	Ns	ns	ns	*	**	*	**	**	*	***	***
Starmex1	11.91 <sup>ct</sup>	19.87 <sup>c</sup>	34.25 <sup>b</sup>	50.31 <sup>c</sup>	68.62 <sup>b</sup>	81.37 <sup>a</sup>	99.62 <sup>a</sup>	120.12 <sup>a</sup>	139.50 <sup>a</sup>	161.62 <sup>a</sup>	186.25 <sup>a</sup>	209.75 <sup>a</sup>	230.00 <sup>a</sup>	239.37 <sup>a</sup>	260.00 <sup>a</sup>	276.25 <sup>a</sup>
Starmex2	15.37 <sup>b</sup>	24.62 <sup>b</sup>	38.90 <sup>a</sup>	55.37 <sup>b</sup>	71.06 <sup>b</sup>	78.62 <sup>a</sup>	98.12 <sup>a</sup>	118.00 <sup>a</sup>	135.25 <sup>ab</sup>	154.12 <sup>ab</sup>	178.00 <sup>ab</sup>	197.37 <sup>a</sup>	217.00 <sup>a</sup>	233.75 <sup>ab</sup>	245.00 <sup>a</sup>	262.50 <sup>a</sup>
Starmex3	17.64 <sup>a</sup>	27.53 <sup>a</sup>	41.50 <sup>a</sup>	58.68 <sup>a</sup>	75.18 <sup>a</sup>	83.87 <sup>a</sup>	98.75 <sup>a</sup>	115.25 <sup>a</sup>	129.75 <sup>b</sup>	145.25 <sup>b</sup>	170.12 <sup>b</sup>	182.75 <sup>b</sup>	199.12 <sup>b</sup>	218.12 <sup>b</sup>	220.00 <sup>b</sup>	226.87 <sup>b</sup>
PO (MPa)	***	***	**	***	***	Ns	**	**	**	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
Steiner -0.036	14.26 <sup>b</sup>	22.79 <sup>b</sup>	36.29 <sup>b</sup>	51.45 <sup>b</sup>	68.16 <sup>b</sup>	80.41 <sup>a</sup>	95.08 <sup>b</sup>	114.33 <sup>b</sup>	131.00 <sup>b</sup>	149.91 <sup>b</sup>	174.33 <sup>a</sup>	193.16 <sup>a</sup>	212.75 <sup>a</sup>	230.00 <sup>a</sup>	240.00 <sup>a</sup>	254.16
Steiner -0.072	15.69	25.22 <sup>b</sup>	40.14 <sup>a</sup>	58.12 <sup>a</sup>	75.08 <sup>a</sup>	82.16 <sup>a</sup>	102.58 <sup>a</sup>	121.25 <sup>a</sup>	138.66	157.41 <sup>a</sup>	181.97 <sup>a</sup>	200.08 <sup>a</sup>	218.00 <sup>a</sup>	230.83 <sup>a</sup>	243.00 <sup>a</sup>	256.25
Selección x PO	**	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Starmex1 -0.036	12.00 <sup>a</sup>	19.25 <sup>a</sup>	35.37 <sup>a</sup>	47.37 <sup>a</sup>	65.25 <sup>a</sup>	78.50 <sup>a</sup>	96.00 <sup>a</sup>	115.75 <sup>a</sup>	134.25 <sup>a</sup>	156.00 <sup>a</sup>	180.50 <sup>a</sup>	203.50 <sup>a</sup>	226.25 <sup>a</sup>	236.25 <sup>a</sup>	250.00 <sup>a</sup>	270.00 <sup>a</sup>
Starmex1 -0.072	11.83 <sup>a</sup>	20.50 <sup>a</sup>	35.12 <sup>a</sup>	53.25 <sup>a</sup>	72.00 <sup>a</sup>	84.25 <sup>a</sup>	103.25 <sup>a</sup>	124.50 <sup>a</sup>	144.75 <sup>a</sup>	167.25 <sup>a</sup>	192.00 <sup>a</sup>	216.00 <sup>a</sup>	233.75 <sup>a</sup>	242.5 <sup>a</sup>	270.00 <sup>a</sup>	282.50 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.036	14.50 <sup>b</sup>	23.37 <sup>a</sup>	36.00 <sup>a</sup>	51.50 <sup>a</sup>	67.25 <sup>a</sup>	78.25 <sup>a</sup>	92.25 <sup>a</sup>	113.50 <sup>a</sup>	130.25 <sup>a</sup>	150.75 <sup>a</sup>	171.25 <sup>a</sup>	193.00 <sup>a</sup>	214.00 <sup>a</sup>	230.00 <sup>a</sup>	245.00 <sup>a</sup>	260.00 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.072	16.25 <sup>a</sup>	25.87 <sup>a</sup>	41.81 <sup>a</sup>	59.25 <sup>a</sup>	74.87 <sup>a</sup>	79.00 <sup>a</sup>	104.00 <sup>a</sup>	122.50 <sup>a</sup>	140.25 <sup>a</sup>	157.50 <sup>a</sup>	184.75 <sup>a</sup>	201.25 <sup>a</sup>	220.00 <sup>a</sup>	237.50 <sup>a</sup>	245.00 <sup>a</sup>	265.00 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.036	16.29 <sup>b</sup>	25.75 <sup>a</sup>	39.50 <sup>a</sup>	55.50 <sup>a</sup>	72.00 <sup>a</sup>	84.50 <sup>a</sup>	97.00 <sup>a</sup>	113.75 <sup>a</sup>	128.50 <sup>a</sup>	143.00 <sup>a</sup>	171.25 <sup>a</sup>	182.50 <sup>a</sup>	198.00 <sup>a</sup>	223.75 <sup>a</sup>	225.00 <sup>a</sup>	232.50 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.072	18.99 <sup>a</sup>	29.31 <sup>a</sup>	43.50 <sup>a</sup>	61.87 <sup>a</sup>	78.37 <sup>a</sup>	83.25 <sup>a</sup>	100.50 <sup>a</sup>	116.75 <sup>a</sup>	131.00 <sup>a</sup>	147.50 <sup>a</sup>	169.00 <sup>a</sup>	183.00 <sup>a</sup>	200.25 <sup>a</sup>	212.50 <sup>a</sup>	215.00 <sup>a</sup>	221.25 <sup>a</sup>
C. V. (%)	1.39	2.62	4.95	3.99	7.03	19.37	10.81	12.50	14.40	16.09	22.22	22.65	27.30	29.07	30.88	37.52

PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; C. V.: coeficiente de variación; <sup>†</sup>valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*, \*\*\*.

no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$ , significativo con  $\alpha \leq 0.01$ , significativo con  $\alpha \leq 0.0001$  respectivamente.

**Anexo 1.4.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre la tasa de crecimiento de altura de planta en tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2007.

Factor	Semanas														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Selección	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	*	ns	ns	**	ns
Starmex1	7.95 <sup>b</sup>	14.37	16.06 <sup>a</sup>	18.31 <sup>a</sup>	18.31 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>	20.50 <sup>a</sup>	19.37 <sup>a</sup>	22.12 <sup>a</sup>	24.62 <sup>a</sup>	23.50 <sup>a</sup>	20.25 <sup>a</sup>	9.37 <sup>a</sup>	20.62 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>
Starmex2	9.24 <sup>a</sup>	14.28	16.46 <sup>a</sup>	15.68 <sup>a</sup>	15.68 <sup>a</sup>	17.37 <sup>a</sup>	19.87 <sup>a</sup>	17.25 <sup>a</sup>	18.87 <sup>a</sup>	23.87 <sup>a</sup>	20.00 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	16.75 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	16.25 <sup>a</sup>
Starmex3	9.88 <sup>a</sup>	13.96	17.18 <sup>a</sup>	16.50 <sup>a</sup>	16.50 <sup>a</sup>	14.87 <sup>a</sup>	16.50 <sup>b</sup>	14.50 <sup>a</sup>	15.50 <sup>b</sup>	24.87 <sup>a</sup>	12.62 <sup>b</sup>	16.37 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	4.37 <sup>b</sup>	5.00 <sup>a</sup>
PO (MPa)	*	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Steiner -0.036	8.52 <sup>b</sup>	13.50 <sup>a</sup>	15.16 <sup>b</sup>	16.70 <sup>a</sup>	12.25 <sup>a</sup>	14.66 <sup>b</sup>	19.25 <sup>a</sup>	16.66 <sup>a</sup>	18.91 <sup>a</sup>	24.41 <sup>a</sup>	18.83 <sup>a</sup>	19.58 <sup>a</sup>	17.25 <sup>a</sup>	10.83 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>
Steiner -0.072	9.53 <sup>a</sup>	14.91 <sup>a</sup>	17.97 <sup>a</sup>	16.95 <sup>a</sup>	8.50 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	18.66 <sup>a</sup>	17.41 <sup>a</sup>	18.75 <sup>a</sup>	24.50 <sup>a</sup>	18.58 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>	12.83 <sup>a</sup>	14.16 <sup>a</sup>	12.08 <sup>a</sup>
Selección x PO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Starmex1 -0.036	7.24 <sup>a</sup>	14.12 <sup>a</sup>	14.00 <sup>a</sup>	17.87	13.23 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>	19.75 <sup>a</sup>	18.50 <sup>a</sup>	21.75 <sup>a</sup>	24.50 <sup>a</sup>	23.00 <sup>a</sup>	22.75	10.00 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>	20.00 <sup>a</sup>
Starmex1 -0.072	8.66 <sup>a</sup>	14.62 <sup>a</sup>	18.12 <sup>a</sup>	18.75	12.25 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	21.25 <sup>a</sup>	20.25 <sup>a</sup>	22.50 <sup>a</sup>	24.75 <sup>a</sup>	24.00 <sup>a</sup>	17.75	8.75 <sup>a</sup>	27.50 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.036	8.87 <sup>a</sup>	12.62 <sup>a</sup>	15.50 <sup>a</sup>	15.75	11.00 <sup>a</sup>	14.00 <sup>a</sup>	21.25 <sup>a</sup>	16.75 <sup>a</sup>	20.50 <sup>a</sup>	20.50 <sup>a</sup>	22.25 <sup>a</sup>	20.50	16.00 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.072	9.62 <sup>a</sup>	15.93 <sup>a</sup>	17.43 <sup>a</sup>	15.62	8.37 <sup>a</sup>	20.75 <sup>a</sup>	18.50 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>	17.25 <sup>a</sup>	27.25 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>	17.50	17.50 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.036	9.46 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	16.50	12.50 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	16.75 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	14.50 <sup>a</sup>	28.25 <sup>a</sup>	11.25 <sup>a</sup>	15.50	25.75 <sup>a</sup>	3.75 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.072	10.31 <sup>a</sup>	14.18 <sup>a</sup>	18.37 <sup>a</sup>	16.50	4.87 <sup>a</sup>	17.25 <sup>a</sup>	16.25 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	16.50 <sup>a</sup>	21.50 <sup>a</sup>	14.00 <sup>a</sup>	17.25	12.25 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	3.75 <sup>a</sup>
C. V. (%)	10.30	16.85	13.54	19.19	48.15	23.65	13.99	30.95	23.38	31.74	38.46	39.53	59.32	74.53	100.15

PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; C. V.: coeficiente de variación; †valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$ , significativo con  $\alpha \leq 0.01$  respectivamente.

**Anexo 1.5.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de miel  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la altura de la planta del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008

Factores	Días después del trasplante								
	9	16	23	30	37	44	51	58	65
Poda	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	11.20 <sup>a†</sup>	21.06 <sup>a</sup>	32.81 <sup>a</sup>	46.68 <sup>a</sup>	61.62 <sup>a</sup>	74.68 <sup>a</sup>	89.62 <sup>a</sup>	107.25 <sup>a</sup>	125.56 <sup>a</sup>
-P	11.53 <sup>a</sup>	22.00 <sup>a</sup>	33.46 <sup>a</sup>	46.37 <sup>a</sup>	60.50 <sup>a</sup>	73.50 <sup>a</sup>	88.25 <sup>a</sup>	106.75 <sup>a</sup>	125.50 <sup>a</sup>
Calcio	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	11.48 <sup>a</sup>	21.68 <sup>a</sup>	33.37 <sup>a</sup>	46.93 <sup>a</sup>	61.87 <sup>a</sup>	74.75 <sup>a</sup>	89.81 <sup>a</sup>	107.25 <sup>a</sup>	125.87 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	11.25 <sup>a</sup>	21.37 <sup>a</sup>	32.90 <sup>a</sup>	46.12 <sup>a</sup>	60.25 <sup>a</sup>	73.43 <sup>a</sup>	88.06 <sup>a</sup>	106.75 <sup>a</sup>	125.18 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	11.02 <sup>a</sup>	21.12 <sup>a</sup>	32.62 <sup>a</sup>	46.50 <sup>a</sup>	61.62 <sup>a</sup>	74.75 <sup>a</sup>	89.50 <sup>a</sup>	106.37 <sup>a</sup>	124.50 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	11.37 <sup>a</sup>	21.00 <sup>a</sup>	33.00 <sup>a</sup>	46.87 <sup>a</sup>	61.62 <sup>a</sup>	74.62 <sup>a</sup>	89.75 <sup>a</sup>	108.12 <sup>a</sup>	126.62 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	11.93 <sup>a</sup>	22.25 <sup>a</sup>	34.12 <sup>a</sup>	47.37 <sup>a</sup>	62.12 <sup>a</sup>	74.75 <sup>a</sup>	90.12 <sup>a</sup>	108.12 <sup>a</sup>	127.25 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	11.12 <sup>a</sup>	21.75 <sup>a</sup>	32.81 <sup>a</sup>	45.37 <sup>a</sup>	58.87 <sup>a</sup>	72.25 <sup>a</sup>	86.37 <sup>a</sup>	105.37 <sup>a</sup>	123.75 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+M	11.32 <sup>a</sup>	21.37 <sup>a</sup>	33.21 <sup>a</sup>	46.87 <sup>a</sup>	61.37 <sup>a</sup>	74.50 <sup>a</sup>	89.37 <sup>a</sup>	106.87 <sup>a</sup>	126.37 <sup>a</sup>
-M	11.40 <sup>a</sup>	21.68 <sup>a</sup>	33.06 <sup>a</sup>	46.18 <sup>a</sup>	60.75 <sup>a</sup>	73.68 <sup>a</sup>	88.50 <sup>a</sup>	107.12 <sup>a</sup>	124.68 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +M	11.46 <sup>a</sup>	21.12 <sup>a</sup>	33.00 <sup>a</sup>	47.12 <sup>a</sup>	61.87 <sup>a</sup>	75.12 <sup>a</sup>	90.00 <sup>a</sup>	107.00 <sup>a</sup>	126.00 <sup>a</sup>
-P -M	10.93 <sup>a</sup>	21.00 <sup>a</sup>	32.62 <sup>a</sup>	46.25 <sup>a</sup>	61.37 <sup>a</sup>	74.25 <sup>a</sup>	89.25 <sup>a</sup>	107.50 <sup>a</sup>	125.12 <sup>a</sup>
+P -M	11.18 <sup>a</sup>	21.62 <sup>a</sup>	33.43 <sup>a</sup>	46.62 <sup>a</sup>	60.87 <sup>a</sup>	73.87 <sup>a</sup>	88.75 <sup>a</sup>	106.75 <sup>a</sup>	126.75 <sup>a</sup>
-P +M	11.87 <sup>a</sup>	22.37 <sup>a</sup>	33.50 <sup>a</sup>	46.12 <sup>a</sup>	60.12 <sup>a</sup>	73.12 <sup>a</sup>	87.75 <sup>a</sup>	106.75 <sup>a</sup>	124.25 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	11.58 <sup>a</sup>	21.50 <sup>a</sup>	33.37 <sup>a</sup>	47.00 <sup>a</sup>	62.00 <sup>a</sup>	74.87 <sup>a</sup>	90.25 <sup>a</sup>	106.75 <sup>a</sup>	126.87 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	11.37 <sup>a</sup>	21.87 <sup>a</sup>	33.37 <sup>a</sup>	46.87 <sup>a</sup>	61.75 <sup>a</sup>	74.62 <sup>a</sup>	89.37 <sup>a</sup>	107.75 <sup>a</sup>	124.87 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> -M	11.06 <sup>a</sup>	21.25 <sup>a</sup>	33.06 <sup>a</sup>	46.75 <sup>a</sup>	60.75 <sup>a</sup>	74.12 <sup>a</sup>	88.50 <sup>a</sup>	107.00 <sup>a</sup>	125.87 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> +M	11.43 <sup>a</sup>	20.50 <sup>a</sup>	32.75 <sup>a</sup>	45.50 <sup>a</sup>	59.75 <sup>a</sup>	72.75 <sup>a</sup>	87.62 <sup>a</sup>	106.50 <sup>a</sup>	124.50 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	11.30 <sup>a</sup>	21.00 <sup>a</sup>	32.75 <sup>a</sup>	46.25 <sup>a</sup>	61.50 <sup>a</sup>	74.50 <sup>a</sup>	89.75 <sup>a</sup>	105.50 <sup>a</sup>	125.00 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	10.75 <sup>a</sup>	21.25 <sup>a</sup>	32.50 <sup>a</sup>	46.75 <sup>a</sup>	61.75 <sup>a</sup>	75.00 <sup>a</sup>	89.25 <sup>a</sup>	107.25 <sup>a</sup>	124.00 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	11.62 <sup>a</sup>	21.25 <sup>a</sup>	33.25 <sup>a</sup>	48.00 <sup>a</sup>	62.25 <sup>a</sup>	75.75 <sup>a</sup>	90.25 <sup>a</sup>	108.50 <sup>a</sup>	127.00 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	11.12 <sup>a</sup>	20.75 <sup>a</sup>	32.75 <sup>a</sup>	45.75 <sup>a</sup>	61.00 <sup>a</sup>	73.50 <sup>a</sup>	89.25 <sup>a</sup>	107.75 <sup>a</sup>	126.25 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	11.87 <sup>a</sup>	22.00 <sup>a</sup>	34.00 <sup>a</sup>	47.75 <sup>a</sup>	62.50 <sup>a</sup>	75.25 <sup>a</sup>	90.75 <sup>a</sup>	108.00 <sup>a</sup>	128.75 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	12.00 <sup>a</sup>	22.50 <sup>a</sup>	34.25 <sup>a</sup>	47.00 <sup>a</sup>	61.75 <sup>a</sup>	74.25 <sup>a</sup>	89.50 <sup>a</sup>	108.25 <sup>a</sup>	125.75 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	10.50 <sup>a</sup>	21.25 <sup>a</sup>	32.87 <sup>a</sup>	45.50 <sup>a</sup>	59.25 <sup>a</sup>	72.50 <sup>a</sup>	86.75 <sup>a</sup>	105.50 <sup>a</sup>	124.75 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	11.75 <sup>a</sup>	22.25 <sup>a</sup>	32.75 <sup>a</sup>	45.25 <sup>a</sup>	58.50 <sup>a</sup>	72.00 <sup>a</sup>	86.00 <sup>a</sup>	105.25 <sup>a</sup>	122.75 <sup>a</sup>
C. V. (%)	9.56	9.34	7.41	5.89	5.49	4.87	4.85	4.78	4.54

P: poda; M: miel de abeja; +, -: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$  respectivamente.

**Anexo 1.6.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de miel  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la altura de la planta del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factores	Días después del trasplante							
	72	79	86	93	100	107	114	121
Poda	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	138.87 <sup>a†</sup>	157.18 <sup>a</sup>	162.68 <sup>a</sup>	163.75 <sup>a</sup>	164.25 <sup>a</sup>	165.87 <sup>a</sup>	166.87 <sup>a</sup>	167.43 <sup>a</sup>
-P	139.00 <sup>a</sup>	158.37 <sup>a</sup>	165.56 <sup>a</sup>	167.56 <sup>a</sup>	168.12 <sup>a</sup>	170.31 <sup>a</sup>	172.06 <sup>a</sup>	172.37 <sup>a</sup>
Calcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	139.75 <sup>a</sup>	158.56 <sup>a</sup>	164.62 <sup>a</sup>	165.37 <sup>a</sup>	166.43 <sup>a</sup>	168.06 <sup>a</sup>	170.06 <sup>a</sup>	170.62 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	138.12 <sup>a</sup>	157.00 <sup>a</sup>	163.62 <sup>a</sup>	165.93 <sup>a</sup>	165.93 <sup>a</sup>	168.12 <sup>a</sup>	168.87 <sup>a</sup>	169.18 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	138.00 <sup>a</sup>	156.37 <sup>a</sup>	161.75 <sup>a</sup>	162.12 <sup>a</sup>	163.12 <sup>a</sup>	166.00 <sup>a</sup>	166.75 <sup>a</sup>	167.25 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	139.75 <sup>a</sup>	158.00 <sup>a</sup>	163.25 <sup>a</sup>	165.37 <sup>a</sup>	165.37 <sup>a</sup>	165.75 <sup>a</sup>	167.00 <sup>a</sup>	167.62 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	141.50 <sup>a</sup>	160.75 <sup>a</sup>	167.50 <sup>a</sup>	168.62 <sup>a</sup>	169.75 <sup>a</sup>	170.12 <sup>a</sup>	173.37 <sup>a</sup>	174.00 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	136.50 <sup>a</sup>	156.00 <sup>a</sup>	163.62 <sup>a</sup>	166.50 <sup>a</sup>	166.50 <sup>a</sup>	170.50 <sup>a</sup>	170.75 <sup>a</sup>	170.75 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+M	139.06 <sup>a</sup>	158.12 <sup>a</sup>	164.62 <sup>a</sup>	166.37 <sup>a</sup>	166.93 <sup>a</sup>	167.87 <sup>a</sup>	168.50 <sup>a</sup>	169.00 <sup>a</sup>
-M	138.81 <sup>a</sup>	157.43 <sup>a</sup>	163.62 <sup>a</sup>	164.93 <sup>a</sup>	165.43 <sup>a</sup>	168.31 <sup>a</sup>	170.43 <sup>a</sup>	170.81 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +M	139.25 <sup>a</sup>	159.62 <sup>a</sup>	163.87 <sup>a</sup>	165.12 <sup>a</sup>	165.12 <sup>a</sup>	166.12 <sup>a</sup>	167.37 <sup>a</sup>	168.12 <sup>a</sup>
-P -M	138.50 <sup>a</sup>	156.75 <sup>a</sup>	161.50 <sup>a</sup>	162.37 <sup>a</sup>	163.37 <sup>a</sup>	165.62 <sup>a</sup>	166.37 <sup>a</sup>	166.75 <sup>a</sup>
+P -M	138.87 <sup>a</sup>	158.62 <sup>a</sup>	165.37 <sup>a</sup>	167.62 <sup>a</sup>	168.75 <sup>a</sup>	169.62 <sup>a</sup>	169.62 <sup>a</sup>	169.87 <sup>a</sup>
-P +M	139.12 <sup>a</sup>	158.12 <sup>a</sup>	165.75 <sup>a</sup>	167.50 <sup>a</sup>	167.50 <sup>a</sup>	171.00 <sup>a</sup>	174.50 <sup>a</sup>	174.87 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	140.25 <sup>a</sup>	159.25 <sup>a</sup>	164.87 <sup>a</sup>	164.87 <sup>a</sup>	166.00 <sup>a</sup>	167.00 <sup>a</sup>	167.00 <sup>a</sup>	167.37 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	139.25 <sup>a</sup>	157.87 <sup>a</sup>	164.37 <sup>a</sup>	165.87 <sup>a</sup>	166.87 <sup>a</sup>	169.12 <sup>a</sup>	173.12 <sup>a</sup>	173.87 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> -M	137.87 <sup>a</sup>	157.00 <sup>a</sup>	164.37 <sup>a</sup>	167.87 <sup>a</sup>	167.87 <sup>a</sup>	168.75 <sup>a</sup>	170.00 <sup>a</sup>	170.62 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> +M	138.37 <sup>a</sup>	157.00 <sup>a</sup>	162.87 <sup>a</sup>	164.00 <sup>a</sup>	164.00 <sup>a</sup>	167.50 <sup>a</sup>	167.75 <sup>a</sup>	167.75 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	138.25 <sup>a</sup>	156.00 <sup>a</sup>	162.50 <sup>a</sup>	162.50 <sup>a</sup>	162.50 <sup>a</sup>	164.50 <sup>a</sup>	164.50 <sup>a</sup>	164.75 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	137.75 <sup>a</sup>	156.75 <sup>a</sup>	161.00 <sup>a</sup>	161.75 <sup>a</sup>	163.75 <sup>a</sup>	167.50 <sup>a</sup>	169.00 <sup>a</sup>	169.75 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	140.25 <sup>a</sup>	159.25 <sup>a</sup>	165.25 <sup>a</sup>	167.75 <sup>a</sup>	167.75 <sup>a</sup>	167.75 <sup>a</sup>	170.25 <sup>a</sup>	171.50 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	139.25 <sup>a</sup>	156.75 <sup>a</sup>	162.00 <sup>a</sup>	163.00 <sup>a</sup>	163.00 <sup>a</sup>	163.75 <sup>a</sup>	163.25 <sup>a</sup>	163.75 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	142.25 <sup>a</sup>	162.50 <sup>a</sup>	167.25 <sup>a</sup>	167.25 <sup>a</sup>	169.50 <sup>a</sup>	169.50 <sup>a</sup>	169.50 <sup>a</sup>	170.00 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	140.75 <sup>a</sup>	159.00 <sup>a</sup>	167.75 <sup>a</sup>	170.00 <sup>a</sup>	170.00 <sup>a</sup>	170.75 <sup>a</sup>	177.25 <sup>a</sup>	178.00 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	135.50 <sup>a</sup>	154.75 <sup>a</sup>	163.50 <sup>a</sup>	168.00 <sup>a</sup>	168.00 <sup>a</sup>	169.75 <sup>a</sup>	169.75 <sup>a</sup>	169.75 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	137.50 <sup>a</sup>	157.25 <sup>a</sup>	163.75 <sup>a</sup>	165.00 <sup>a</sup>	165.00 <sup>a</sup>	171.25 <sup>a</sup>	171.75 <sup>a</sup>	171.75 <sup>a</sup>
C. V. (%)	3.98	4.00	4.39	4.95	4.77	5.12	6.27	6.48

P: poda; M: miel de abeja; +, -: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo.

**Anexo 1.7.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de miel  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la tasa de crecimiento en altura de planta del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factores	Días después del trasplante								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Poda	ns	ns	Ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
+P	2.46 <sup>a†</sup>	9.86 <sup>a</sup>	11.75 <sup>a</sup>	13.87 <sup>a</sup>	14.93 <sup>a</sup>	13.06 <sup>a</sup>	14.93 <sup>a</sup>	17.62 <sup>a</sup>	18.31 <sup>a</sup>
-P	2.63 <sup>a</sup>	10.46 <sup>a</sup>	11.46 <sup>a</sup>	12.90 <sup>b</sup>	14.12 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	18.50 <sup>a</sup>	18.75 <sup>a</sup>
Calcio	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	2.63 <sup>a</sup>	10.20 <sup>a</sup>	11.68 <sup>a</sup>	13.56 <sup>a</sup>	14.93 <sup>a</sup>	12.87 <sup>a</sup>	15.06 <sup>a</sup>	17.43 <sup>a</sup>	18.62 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	2.46 <sup>a</sup>	10.12 <sup>a</sup>	11.53 <sup>a</sup>	13.21 <sup>a</sup>	14.12 <sup>a</sup>	13.18 <sup>a</sup>	14.62 <sup>a</sup>	18.68 <sup>a</sup>	18.43 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	2.42 <sup>a</sup>	10.10 <sup>a</sup>	11.50 <sup>a</sup>	13.87 <sup>a</sup>	15.12 <sup>a</sup>	13.12 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	16.87 <sup>a</sup>	18.12 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	2.50 <sup>a</sup>	9.62 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	13.87 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	15.12 <sup>a</sup>	18.37 <sup>a</sup>	18.50 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	2.83 <sup>a</sup>	10.31 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	13.25 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	12.62 <sup>a</sup>	13.37 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>	19.12 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	2.42 <sup>a</sup>	10.62 <sup>a</sup>	11.06 <sup>a</sup>	12.56 <sup>a</sup>	13.50 <sup>a</sup>	13.37 <sup>a</sup>	14.12 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	18.37 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+M	2.50 <sup>a</sup>	10.05 <sup>a</sup>	11.84 <sup>a</sup>	13.65 <sup>a</sup>	14.50 <sup>a</sup>	13.12 <sup>a</sup>	14.87 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>	19.50 <sup>a</sup>
-M	2.59 <sup>a</sup>	10.28 <sup>a</sup>	11.37 <sup>a</sup>	13.12 <sup>a</sup>	14.56 <sup>a</sup>	12.93 <sup>a</sup>	14.81 <sup>a</sup>	18.62 <sup>a</sup>	17.56 <sup>a</sup>
PodaXMiel	*	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +M	2.66 <sup>a</sup>	9.66 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	14.12 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	13.25 <sup>a</sup>	14.87 <sup>a</sup>	17.00 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>
-P -M	2.26 <sup>a</sup>	10.06 <sup>a</sup>	11.62 <sup>a</sup>	13.62 <sup>a</sup>	15.12 <sup>a</sup>	12.87 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>	17.62 <sup>a</sup>
+P +M	2.33 <sup>a</sup>	10.43 <sup>a</sup>	11.81 <sup>a</sup>	13.18 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	14.87 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>	20.00 <sup>a</sup>
-P -M	2.92 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	11.12 <sup>a</sup>	12.62 <sup>a</sup>	14.00 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	14.62 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	2.53 <sup>a</sup>	9.91 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	13.62 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>	12.87 <sup>a</sup>	15.37 <sup>a</sup>	16.50 <sup>a</sup>	20.12 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	2.72 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	11.50 <sup>a</sup>	13.50 <sup>a</sup>	14.87 <sup>a</sup>	12.87 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	18.37 <sup>a</sup>	17.12 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> +M	2.46 <sup>a</sup>	10.18 <sup>a</sup>	11.81 <sup>a</sup>	13.68 <sup>a</sup>	14.00 <sup>a</sup>	13.37 <sup>a</sup>	14.37 <sup>a</sup>	18.50 <sup>a</sup>	18.87 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	2.46 <sup>a</sup>	10.06 <sup>a</sup>	11.25 <sup>a</sup>	12.75 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	14.87 <sup>a</sup>	18.87 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	Ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	2.52 <sup>a</sup>	9.70 <sup>a</sup>	11.75 <sup>a</sup>	13.50 <sup>a</sup>	15.25 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	15.25 <sup>a</sup>	15.75 <sup>a</sup>	19.50 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	2.32 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	11.25 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>	13.25 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>	16.75 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	2.80 <sup>a</sup>	9.62 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	13.50 <sup>a</sup>	14.50 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>	18.50 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	2.20 <sup>a</sup>	9.62 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	15.25 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	15.75 <sup>a</sup>	18.50 <sup>a</sup>	18.50 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	2.55 <sup>a</sup>	10.12 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	12.75 <sup>a</sup>	15.50 <sup>a</sup>	17.25 <sup>a</sup>	20.75 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	3.12 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	11.75 <sup>a</sup>	12.75 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	15.25 <sup>a</sup>	18.75 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	2.12 <sup>a</sup>	10.75 <sup>a</sup>	11.62 <sup>a</sup>	12.62 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>	13.25 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	18.75 <sup>a</sup>	19.25 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	2.72 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	13.25 <sup>a</sup>	13.50 <sup>a</sup>	14.00 <sup>a</sup>	19.25 <sup>a</sup>	18.50 <sup>a</sup>
C. V. (%)	22.76	15.64	11.04	8.02	11.68	10.88	13.31	15.96	20.34

P: poda; M: miel de abeja; +, -: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo.



**Anexo 1.8.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de miel  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la tasa de crecimiento en altura de la planta del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factores			10	11	12	13	14	15	16
Poda			ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P			13.31 <sup>a†</sup>	18.31 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	1.62 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>
-P			13.50 <sup>a</sup>	19.37 <sup>a</sup>	7.18 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	2.18 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>
Calcio			ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>			13.87 <sup>a</sup>	18.81 <sup>a</sup>	6.06 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	1.62 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>			12.93 <sup>a</sup>	18.87 <sup>a</sup>	6.62 <sup>a</sup>	2.31 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	2.18 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>
PodaXCalcio			ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	+Ca <sup>2+</sup>		13.50 <sup>a</sup>	18.37 <sup>a</sup>	5.37 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	2.87 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>		13.12 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>	5.62 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>
-P	+Ca <sup>2+</sup>		14.25 <sup>a</sup>	19.25 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	3.25 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>		12.75 <sup>a</sup>	19.50 <sup>a</sup>	7.62 <sup>a</sup>	2.87 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>
Miel			ns	Ns	ns	ns	ns	*	ns
+M			12.68 <sup>a</sup>	19.06 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	0.93 <sup>b</sup>	0.62 <sup>a</sup>
-M			14.12 <sup>a</sup>	18.62 <sup>a</sup>	6.18 <sup>a</sup>	1.31 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	2.87 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>
PodaXMiel			ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	+M		13.25	11.37	6.25	1.25	0.00	1.00	1.25
	-M		13.37	18.25	4.75	0.87	1.00	2.25	0.75
-P	+M		12.12	19.75	6.75	2.25	1.12	0.87	0.00
	-M		14.87	19.00	7.62	1.75	0.00	3.50	3.50
CalcioXMiel			ns	Ns	ns	*	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	+M		13.37 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	5.62 <sup>a</sup>	0.00 <sup>b</sup>	1.12 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
	-M		14.37 <sup>a</sup>	18.62 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	1.50 <sup>b</sup>	1.00 <sup>a</sup>	2.25 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	+M		12.00 <sup>a</sup>	19.12 <sup>a</sup>	7.37 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>
	-M		13.87 <sup>a</sup>	18.62 <sup>a</sup>	5.87 <sup>a</sup>	1.12 <sup>b</sup>	0.00 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel			ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	+Ca <sup>2+</sup>	+M	13.25 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
		-M	13.75 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	4.25 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	3.75 <sup>a</sup>	1.50 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	+M	13.25 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	2.50 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	2.50 <sup>a</sup>
		-M	13.00 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>	5.25 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
-P	+Ca <sup>2+</sup>	+M	13.50 <sup>a</sup>	20.25 <sup>a</sup>	4.75 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	2.25 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
		-M	15.00 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>	8.75 <sup>a</sup>	2.25 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	+M	10.75 <sup>a</sup>	19.25 <sup>a</sup>	8.75 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
		-M	14.75 <sup>a</sup>	19.75 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>
C. V. (%)			32.24	15.94	80.49	148.59	400.69	192.07	280.10

P: poda; M: miel de abeja; +,-: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo.

**Anexo 1.9.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre el diámetro del tallo de tres selecciones de jitomate de costilla (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2007.

Factor	Días después del trasplante															
	16	20	28	35	42	48	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119
Selección	***	ns	ns	ns	**	**	***	**	**	**	***	***	***	***	***	***
Starmex1	6.07 <sup>c†</sup>	7.22 <sup>a</sup>	9.36 <sup>a</sup>	11.69 <sup>a</sup>	13.05 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	14.74 <sup>a</sup>	15.14 <sup>a</sup>	15.84 <sup>a</sup>	16.23 <sup>a</sup>	16.74 <sup>a</sup>	16.92 <sup>a</sup>	17.35 <sup>a</sup>	17.70 <sup>a</sup>	18.40 <sup>a</sup>	19.02 <sup>a</sup>
Starmex2	7.05 <sup>a</sup>	7.57 <sup>a</sup>	9.44 <sup>a</sup>	10.95 <sup>a</sup>	11.98 <sup>b</sup>	13.42 <sup>a</sup>	13.79 <sup>b</sup>	14.21 <sup>a</sup>	14.71 <sup>a</sup>	14.55 <sup>b</sup>	15.42 <sup>b</sup>	15.53 <sup>b</sup>	15.91 <sup>b</sup>	16.30 <sup>b</sup>	16.82 <sup>b</sup>	17.54 <sup>b</sup>
Starmex3	6.52 <sup>b</sup>	7.09 <sup>a</sup>	9.06 <sup>a</sup>	10.81 <sup>a</sup>	11.61 <sup>b</sup>	12.23 <sup>b</sup>	12.72 <sup>c</sup>	13.54 <sup>b</sup>	14.02 <sup>b</sup>	14.40 <sup>b</sup>	14.59 <sup>b</sup>	14.73 <sup>c</sup>	14.95 <sup>c</sup>	15.21 <sup>c</sup>	15.57 <sup>c</sup>	15.91 <sup>c</sup>
PO (MPa)	***	**	***	***	***	***	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***
Steiner -0.036	6.14 <sup>b</sup>	6.74 <sup>b</sup>	8.56 <sup>b</sup>	10.17 <sup>b</sup>	11.22 <sup>b</sup>	12.28 <sup>b</sup>	12.85 <sup>b</sup>	13.57 <sup>b</sup>	14.16 <sup>b</sup>	14.40 <sup>b</sup>	14.72 <sup>b</sup>	14.84 <sup>b</sup>	15.14 <sup>b</sup>	15.47 <sup>b</sup>	16.01 <sup>b</sup>	16.43 <sup>b</sup>
Steiner -0.072	6.95 <sup>a</sup>	7.85 <sup>a</sup>	10.02 <sup>a</sup>	12.13 <sup>a</sup>	13.20 <sup>a</sup>	14.31 <sup>a</sup>	14.66 <sup>a</sup>	15.02 <sup>a</sup>	15.55 <sup>a</sup>	16.07 <sup>a</sup>	16.44 <sup>a</sup>	16.68 <sup>a</sup>	17.00 <sup>a</sup>	17.35 <sup>a</sup>	17.85 <sup>a</sup>	18.55 <sup>a</sup>
Selección x PO	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
Starmex1 -0.036	5.81 <sup>a</sup>	6.69 <sup>a</sup>	9.04 <sup>a</sup>	10.79 <sup>a</sup>	11.79 <sup>b</sup>	12.89 <sup>b</sup>	13.59 <sup>a</sup>	14.19 <sup>a</sup>	15.16 <sup>a</sup>	15.38 <sup>a</sup>	15.69 <sup>a</sup>	15.76 <sup>a</sup>	16.11 <sup>a</sup>	16.41 <sup>a</sup>	16.91 <sup>b</sup>	17.44 <sup>a</sup>
Starmex1 -0.072	6.33 <sup>a</sup>	7.76 <sup>a</sup>	9.69 <sup>a</sup>	12.60 <sup>a</sup>	14.32 <sup>a</sup>	15.61 <sup>a</sup>	15.90 <sup>a</sup>	16.09 <sup>a</sup>	16.52 <sup>a</sup>	17.07 <sup>a</sup>	17.78 <sup>a</sup>	18.07 <sup>a</sup>	18.59 <sup>a</sup>	18.99 <sup>a</sup>	19.90 <sup>a</sup>	20.59 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.036	6.45 <sup>a</sup>	6.99 <sup>a</sup>	8.49 <sup>a</sup>	9.69 <sup>a</sup>	10.72 <sup>b</sup>	12.11 <sup>b</sup>	12.66 <sup>a</sup>	13.24 <sup>a</sup>	13.72 <sup>a</sup>	14.07 <sup>a</sup>	14.56 <sup>a</sup>	14.65 <sup>a</sup>	14.99 <sup>a</sup>	15.45 <sup>a</sup>	16.01 <sup>a</sup>	16.45 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.072	7.65 <sup>a</sup>	8.16 <sup>a</sup>	10.39 <sup>a</sup>	12.21 <sup>a</sup>	13.23 <sup>a</sup>	14.73 <sup>a</sup>	14.93 <sup>a</sup>	15.18 <sup>a</sup>	15.71 <sup>a</sup>	16.11 <sup>a</sup>	16.29 <sup>a</sup>	16.61 <sup>a</sup>	16.83 <sup>a</sup>	17.16 <sup>a</sup>	17.63 <sup>a</sup>	18.63 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.036	6.16 <sup>a</sup>	6.54 <sup>a</sup>	8.15 <sup>a</sup>	10.04 <sup>a</sup>	11.66 <sup>a</sup>	11.86 <sup>a</sup>	12.31 <sup>a</sup>	13.30 <sup>a</sup>	13.60 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>	13.93 <sup>a</sup>	14.09 <sup>a</sup>	14.33 <sup>a</sup>	14.54 <sup>a</sup>	15.12 <sup>a</sup>	15.40 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.072	6.88 <sup>a</sup>	7.64 <sup>a</sup>	9.97 <sup>a</sup>	11.59 <sup>a</sup>	12.06 <sup>a</sup>	12.60 <sup>a</sup>	13.14 <sup>a</sup>	13.78 <sup>a</sup>	14.44 <sup>a</sup>	15.04 <sup>a</sup>	15.26 <sup>a</sup>	15.37 <sup>a</sup>	15.57 <sup>a</sup>	15.89 <sup>a</sup>	16.02 <sup>a</sup>	16.42 <sup>a</sup>
C. V. (%)	5.08	7.78	6.55	7.02	5.73	6.20	4.86	4.56	5.19	4.71	4.45	4.36	4.04	4.15	4.30	4.68

PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; C. V.: coeficiente de variación; †valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*, \*\*\*:

no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$ , significativo con  $\alpha \leq 0.01$ , significativo con  $\alpha \leq 0.0001$  respectivamente.

**Anexo 1.10.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre la tasa de crecimiento del diámetro del tallo de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero e 2007.

Factor	Semanas														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Selección	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Starmex1	0.57 <sup>a</sup>	2.14 <sup>a</sup>	2.32 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>
Starmex2	0.26 <sup>a</sup>	1.86 <sup>a</sup>	1.50 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>	1.44 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>
Starmex3	0.28 <sup>a</sup>	1.97 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
PO (MPa)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Steiner -0.036	0.30 <sup>a</sup>	1.82 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>
Steiner -0.072	0.44 <sup>a</sup>	2.16 <sup>a</sup>	2.11 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>
Selección x PO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Starmex1 -0.036	0.44 <sup>a</sup>	2.35 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	1.09 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>
Starmex1 -0.072	0.71 <sup>a</sup>	1.93 <sup>a</sup>	2.90 <sup>a</sup>	1.71 <sup>a</sup>	1.29 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>	0.42 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.71 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.036	0.27 <sup>a</sup>	1.50 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	1.39 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.072	0.25 <sup>a</sup>	2.23 <sup>a</sup>	1.82 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.036	0.18 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>	1.88 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>	0.17 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.072	0.37 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>
C. V. (%)	91.45	35.32	48.07	52.56	83.37	93.82	115.77	89.63	95.60	70.75	98.71	75.88	103.69	85.52	71.36

PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; C. V.: coeficiente de variación; †valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns,\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$  respectivamente.

**Anexo 1.11.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de miel  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el diámetro del tallo del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factores	Días después del trasplante								
	9	16	23	30	37	44	51	58	65
Poda	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	5.39 <sup>a†</sup>	7.29 <sup>a</sup>	8.71 <sup>a</sup>	9.75 <sup>a</sup>	10.85 <sup>a</sup>	11.55 <sup>a</sup>	12.41 <sup>a</sup>	13.27 <sup>a</sup>	13.94 <sup>a</sup>
-P	5.46 <sup>a</sup>	7.61 <sup>a</sup>	8.77 <sup>a</sup>	9.80 <sup>a</sup>	10.66 <sup>a</sup>	11.39 <sup>a</sup>	12.58 <sup>a</sup>	13.27 <sup>a</sup>	14.04 <sup>a</sup>
Calcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	5.36 <sup>a</sup>	7.44 <sup>a</sup>	8.71 <sup>a</sup>	9.82 <sup>a</sup>	10.70 <sup>a</sup>	11.50 <sup>a</sup>	12.51 <sup>a</sup>	13.36 <sup>a</sup>	14.05 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	5.49 <sup>a</sup>	7.45 <sup>a</sup>	8.77 <sup>a</sup>	9.73 <sup>a</sup>	10.80 <sup>a</sup>	11.44 <sup>a</sup>	12.48 <sup>a</sup>	13.18 <sup>a</sup>	13.93 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	5.26 <sup>a</sup>	7.40 <sup>a</sup>	8.74 <sup>a</sup>	9.83 <sup>a</sup>	10.89 <sup>a</sup>	11.68 <sup>a</sup>	12.58 <sup>a</sup>	13.52 <sup>a</sup>	14.21 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	5.53 <sup>a</sup>	7.17 <sup>a</sup>	8.69 <sup>a</sup>	9.66 <sup>a</sup>	10.80 <sup>a</sup>	11.41 <sup>a</sup>	12.24 <sup>a</sup>	13.02 <sup>a</sup>	13.66 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	5.46 <sup>a</sup>	7.49 <sup>a</sup>	9.68 <sup>a</sup>	9.81 <sup>a</sup>	10.52 <sup>a</sup>	11.32 <sup>a</sup>	12.45 <sup>a</sup>	13.20 <sup>a</sup>	13.88 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	5.45 <sup>a</sup>	7.73 <sup>a</sup>	8.86 <sup>a</sup>	9.80 <sup>a</sup>	10.80 <sup>a</sup>	11.47 <sup>a</sup>	12.72 <sup>a</sup>	13.33 <sup>a</sup>	14.20 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+M	5.44 <sup>a</sup>	7.39 <sup>a</sup>	8.68 <sup>a</sup>	9.79 <sup>a</sup>	10.69 <sup>a</sup>	11.47 <sup>a</sup>	12.64 <sup>a</sup>	13.38 <sup>a</sup>	14.10 <sup>a</sup>
-M	5.41 <sup>a</sup>	7.55 <sup>a</sup>	8.80 <sup>a</sup>	9.76 <sup>a</sup>	10.81 <sup>a</sup>	11.47 <sup>a</sup>	12.35 <sup>a</sup>	13.16 <sup>a</sup>	13.88 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +M	5.36 <sup>a</sup>	7.20 <sup>a</sup>	8.37 <sup>a</sup>	9.82 <sup>a</sup>	10.80 <sup>a</sup>	11.61 <sup>a</sup>	12.65 <sup>a</sup>	13.44 <sup>a</sup>	14.12 <sup>a</sup>
+P -M	5.43 <sup>a</sup>	7.37 <sup>a</sup>	8.70 <sup>a</sup>	9.67 <sup>a</sup>	10.89 <sup>a</sup>	11.49 <sup>a</sup>	12.18 <sup>a</sup>	13.10 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>
-P +M	5.52 <sup>a</sup>	7.59 <sup>a</sup>	8.64 <sup>a</sup>	9.76 <sup>a</sup>	10.58 <sup>a</sup>	11.33 <sup>a</sup>	12.64 <sup>a</sup>	13.31 <sup>a</sup>	14.07 <sup>a</sup>
-P -M	5.40 <sup>a</sup>	7.63 <sup>a</sup>	8.90 <sup>a</sup>	9.84 <sup>a</sup>	10.74 <sup>a</sup>	11.46 <sup>a</sup>	12.53 <sup>a</sup>	13.22 <sup>a</sup>	14.01 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	5.24 <sup>a</sup>	7.18 <sup>a</sup>	8.48 <sup>a</sup>	9.67 <sup>a</sup>	10.46 <sup>a</sup>	11.41 <sup>a</sup>	12.63 <sup>a</sup>	13.34 <sup>a</sup>	13.90 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> -M	5.48 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>	8.94 <sup>a</sup>	9.97 <sup>a</sup>	10.94 <sup>a</sup>	11.59 <sup>a</sup>	12.40 <sup>a</sup>	13.38 <sup>a</sup>	14.20 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> +M	5.64 <sup>a</sup>	7.60 <sup>a</sup>	9.89 <sup>a</sup>	9.91 <sup>a</sup>	10.91 <sup>a</sup>	11.53 <sup>a</sup>	13.66 <sup>a</sup>	13.42 <sup>a</sup>	14.30 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	5.35 <sup>a</sup>	7.30 <sup>a</sup>	9.66 <sup>a</sup>	9.55 <sup>a</sup>	10.69 <sup>a</sup>	11.35 <sup>a</sup>	12.30 <sup>a</sup>	12.94 <sup>a</sup>	13.57 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	4.96 <sup>a</sup>	7.12 <sup>a</sup>	8.68 <sup>a</sup>	9.81 <sup>a</sup>	10.64 <sup>a</sup>	11.67 <sup>a</sup>	12.73 <sup>a</sup>	13.49 <sup>a</sup>	13.95 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> -M	5.56 <sup>a</sup>	7.68 <sup>a</sup>	8.80 <sup>a</sup>	9.86 <sup>a</sup>	11.14 <sup>a</sup>	11.70 <sup>a</sup>	12.44 <sup>a</sup>	13.55 <sup>a</sup>	14.47 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	5.76 <sup>a</sup>	7.28 <sup>a</sup>	8.78 <sup>a</sup>	9.83 <sup>a</sup>	10.96 <sup>a</sup>	11.55 <sup>a</sup>	12.57 <sup>a</sup>	13.40 <sup>a</sup>	14.30 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> -M	5.30 <sup>a</sup>	7.07 <sup>a</sup>	8.59 <sup>a</sup>	9.49 <sup>a</sup>	10.64 <sup>a</sup>	11.28 <sup>a</sup>	11.91 <sup>a</sup>	12.65 <sup>a</sup>	13.02 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> +M	5.52 <sup>a</sup>	7.25 <sup>a</sup>	8.28 <sup>a</sup>	9.53 <sup>a</sup>	10.29 <sup>a</sup>	11.15 <sup>a</sup>	12.53 <sup>a</sup>	13.19 <sup>a</sup>	13.85 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	5.40 <sup>a</sup>	7.72 <sup>a</sup>	9.09 <sup>a</sup>	10.09 <sup>a</sup>	10.75 <sup>a</sup>	11.49 <sup>a</sup>	12.37 <sup>a</sup>	13.21 <sup>a</sup>	13.92 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> +M	5.52 <sup>a</sup>	7.93 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	9.99 <sup>a</sup>	10.87 <sup>a</sup>	11.52 <sup>a</sup>	12.75 <sup>a</sup>	13.43 <sup>a</sup>	14.30 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	5.39 <sup>a</sup>	7.54 <sup>a</sup>	8.72 <sup>a</sup>	9.60 <sup>a</sup>	10.73 <sup>a</sup>	11.43 <sup>a</sup>	12.69 <sup>a</sup>	13.23 <sup>a</sup>	14.11 <sup>a</sup>
C. V. (%)	10.21	7.79	4.79	5.72	5.35	5.18	5.66	4.98	4.20

P: poda; M: miel de abeja; +, -: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$  respectivamente.

**Anexo 1.12.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de miel  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el diámetro del tallo del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008

Factores	Días después del trasplante							
	72	79	86	93	100	107	114	121
Poda	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+P	14.61 <sup>a†</sup>	15.11 <sup>a</sup>	15.53 <sup>a</sup>	16.12 <sup>a</sup>	16.31 <sup>a</sup>	16.68 <sup>a</sup>	17.04 <sup>a</sup>	17.30 <sup>a</sup>
-P	14.63 <sup>a</sup>	15.22 <sup>a</sup>	15.52 <sup>a</sup>	15.95 <sup>a</sup>	16.19 <sup>a</sup>	16.60 <sup>a</sup>	16.88 <sup>a</sup>	17.18 <sup>a</sup>
Calcio	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	14.81 <sup>a</sup>	15.37 <sup>a</sup>	15.67 <sup>a</sup>	16.17 <sup>a</sup>	16.40 <sup>a</sup>	16.74 <sup>a</sup>	17.07 <sup>a</sup>	17.43 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	14.43 <sup>a</sup>	14.96 <sup>a</sup>	15.37 <sup>a</sup>	15.90 <sup>a</sup>	16.10 <sup>a</sup>	16.54 <sup>a</sup>	16.86 <sup>a</sup>	17.05 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	14.99 <sup>a</sup>	15.63 <sup>a</sup>	15.91 <sup>a</sup>	16.39 <sup>a</sup>	16.55 <sup>a</sup>	16.70 <sup>a</sup>	17.02 <sup>a</sup>	17.41 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	14.22 <sup>a</sup>	14.60 <sup>a</sup>	15.14 <sup>a</sup>	15.86 <sup>a</sup>	16.06 <sup>a</sup>	16.67 <sup>a</sup>	17.05 <sup>a</sup>	17.19 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	14.22 <sup>a</sup>	14.60 <sup>a</sup>	15.14 <sup>a</sup>	15.86 <sup>a</sup>	16.06 <sup>a</sup>	16.67 <sup>a</sup>	17.05 <sup>a</sup>	17.19 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	14.62 <sup>a</sup>	15.11 <sup>a</sup>	15.44 <sup>a</sup>	15.95 <sup>a</sup>	16.26 <sup>a</sup>	16.78 <sup>a</sup>	17.11 <sup>a</sup>	17.44 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	14.62 <sup>a</sup>	15.33 <sup>a</sup>	15.61 <sup>a</sup>	15.95 <sup>a</sup>	16.13 <sup>a</sup>	16.42 <sup>a</sup>	16.65 <sup>a</sup>	16.92 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+M	14.78 <sup>a</sup>	15.29 <sup>a</sup>	15.63 <sup>a</sup>	16.09 <sup>a</sup>	16.29 <sup>a</sup>	16.64 <sup>a</sup>	16.92 <sup>a</sup>	17.20 <sup>a</sup>
-M	14.46 <sup>a</sup>	15.05 <sup>a</sup>	15.42 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	16.21 <sup>a</sup>	16.64 <sup>a</sup>	17.00 <sup>a</sup>	17.28 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+P +M	14.85 <sup>a</sup>	15.34 <sup>a</sup>	15.75 <sup>a</sup>	16.13 <sup>a</sup>	16.37 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	16.89 <sup>a</sup>	17.15 <sup>a</sup>
+P -M	14.37 <sup>a</sup>	14.89 <sup>a</sup>	15.30 <sup>a</sup>	16.11 <sup>a</sup>	16.25 <sup>a</sup>	16.77 <sup>a</sup>	17.20 <sup>a</sup>	17.45 <sup>a</sup>
-P +M	14.71 <sup>a</sup>	15.23 <sup>a</sup>	15.51 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	16.21 <sup>a</sup>	16.69 <sup>a</sup>	16.96 <sup>a</sup>	17.26 <sup>a</sup>
-P -M	14.55 <sup>a</sup>	15.20 <sup>a</sup>	15.54 <sup>a</sup>	15.90 <sup>a</sup>	16.18 <sup>a</sup>	16.51 <sup>a</sup>	16.80 <sup>a</sup>	17.10 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	14.75 <sup>a</sup>	15.30 <sup>a</sup>	15.64 <sup>a</sup>	16.19 <sup>a</sup>	16.33 <sup>a</sup>	16.67 <sup>a</sup>	16.99 <sup>a</sup>	17.34 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> -M	14.86 <sup>a</sup>	15.44 <sup>a</sup>	15.71 <sup>a</sup>	16.15 <sup>a</sup>	16.48 <sup>a</sup>	16.81 <sup>a</sup>	17.14 <sup>a</sup>	17.51 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> +M	14.81 <sup>a</sup>	15.27 <sup>a</sup>	15.62 <sup>a</sup>	15.95 <sup>a</sup>	15.25 <sup>a</sup>	16.62 <sup>a</sup>	16.86 <sup>a</sup>	17.07 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	14.06 <sup>a</sup>	14.65 <sup>a</sup>	15.13 <sup>a</sup>	15.86 <sup>a</sup>	15.94 <sup>a</sup>	16.47 <sup>a</sup>	16.86 <sup>a</sup>	17.04 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	14.83 <sup>a</sup>	15.46 <sup>a</sup>	15.75 <sup>a</sup>	16.24 <sup>a</sup>	16.37 <sup>a</sup>	16.47 <sup>a</sup>	16.79 <sup>a</sup>	17.19 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> -M	15.16 <sup>a</sup>	15.81 <sup>a</sup>	16.07 <sup>a</sup>	16.54 <sup>a</sup>	16.73 <sup>a</sup>	16.92 <sup>a</sup>	17.25 <sup>a</sup>	17.63 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	14.86 <sup>a</sup>	15.22 <sup>a</sup>	15.75 <sup>a</sup>	16.03 <sup>a</sup>	16.37 <sup>a</sup>	16.72 <sup>a</sup>	16.98 <sup>a</sup>	17.12 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> -M	13.59 <sup>a</sup>	13.97 <sup>a</sup>	14.54 <sup>a</sup>	15.68 <sup>a</sup>	15.76 <sup>a</sup>	16.62 <sup>a</sup>	17.15 <sup>a</sup>	17.27 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> +M	14.68 <sup>a</sup>	15.15 <sup>a</sup>	15.52 <sup>a</sup>	16.14 <sup>a</sup>	16.28 <sup>a</sup>	16.87 <sup>a</sup>	17.19 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	14.56 <sup>a</sup>	15.07 <sup>a</sup>	15.36 <sup>a</sup>	15.77 <sup>a</sup>	16.24 <sup>a</sup>	16.70 <sup>a</sup>	17.04 <sup>a</sup>	17.38 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> +M	14.75 <sup>a</sup>	15.32 <sup>a</sup>	15.50 <sup>a</sup>	15.87 <sup>a</sup>	16.14 <sup>a</sup>	16.51 <sup>a</sup>	16.73 <sup>a</sup>	17.01 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	14.53 <sup>a</sup>	15.33 <sup>a</sup>	15.71 <sup>a</sup>	16.04 <sup>a</sup>	16.13 <sup>a</sup>	16.32 <sup>a</sup>	16.57 <sup>a</sup>	16.82 <sup>a</sup>
C. V. (%)	5.32	4.83	5.23	5.12	4.69	3.70	3.73	4.16

P: poda; M: miel de abeja; +, -: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo.

**Anexo 1.13.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de miel  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la tasa de crecimiento del diámetro de tallo del jitomate de costilla (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008

Factores	Días después del trasplante								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Poda	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
+P	1.89 <sup>a</sup>	1.42 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>	0.86 <sup>b</sup>	0.86 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.67 <sup>a</sup>
-P	2.15 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	0.85 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.77 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>
Calcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	2.08 <sup>a</sup>	1.26 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.84 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	1.96 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	2.14 <sup>a</sup>	1.34 <sup>a</sup>	1.09 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	1.64 <sup>a</sup>	1.51 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	1.14 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	2.02 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.71 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	2.28 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.67 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+M	1.95 <sup>a</sup>	1.29 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>
-M	2.08 <sup>a</sup>	1.29 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	0.65 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.71 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +M	1.84 <sup>a</sup>	1.53 <sup>a</sup>	1.08 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>
-P -M	1.94 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.62 <sup>a</sup>
+P +M	2.07 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	1.30 <sup>a</sup>	0.67 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>
-P -M	2.23 <sup>a</sup>	1.27 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	0.71 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	1.94 <sup>a</sup>	1.29 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	0.71 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	0.85 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	2.22 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> +M	1.96 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	1.95 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	1.14 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	0.62 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	2.16 <sup>a</sup>	1.56 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	2.12 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>	1.11 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	1.52 <sup>a</sup>	1.50 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	1.76 <sup>a</sup>	1.52 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	1.73 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>	1.38 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.65 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	2.32 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.84 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	2.41 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.65 <sup>a</sup>	1.22 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	2.14 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	1.26 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	0.42 <sup>a</sup>
C. V. (%)	25.78	36.17	29.34	54.08	63.68	39.61	50.85	58.04	67.57

P: poda; M: miel de abeja; +, -: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo.

**Anexo 1.14.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de miel  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la tasa de crecimiento del diámetro de tallo del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factores			10	11	12	13	14	15	16
Poda			ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+P			0.50 <sup>at</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>
-P			0.58 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.42 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>
Calcio			ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>			0.56 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>			0.52 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>
PodaXCalcio			ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+P	+Ca <sup>2+</sup>		0.64 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>		0.37 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.71 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>	0.12 <sup>a</sup>
-P	+Ca <sup>2+</sup>		0.49 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>		0.68 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>
Miel			ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+M			0.50 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>
-M			0.58 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>	0.42 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>
PodaXMiel			ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+P	+M		0.49 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>
			0.51 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>
-P	+M		0.52 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>
			0.65 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>
CalcioXMiel			ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	+M		0.55 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>
			0.58 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	+M		0.46 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>
			0.59 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel			ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
+P	+Ca <sup>2+</sup>	+M	0.63 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>
		-M	0.65 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	+M	0.35 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>
		-M	0.38 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	1.14 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.85 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>
-P	+Ca <sup>2+</sup>	+M	0.47 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.62 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>
		-M	0.51 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	+M	0.57 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>
		-M	0.80 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>
C. V. (%)			63.14	100.73	61.95	97.34	98.95	89.87	94.10

P: poda; M: miel de abeja; +,-: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; <sup>T</sup>: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo.

**Anexo 1.15.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre la acumulación de materia seca y la longitud de entrenudos de tres selecciones de jitomate de costilla (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2007.

Factor	Tallo (g·planta <sup>-1</sup> )			Longitud de entrenudos	Hojas (g·planta <sup>-1</sup> )		
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Cm	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Selección	***	ns	***	**	***	ns	***
Starmex1	0.42 <sup>b†</sup>	17.31 <sup>a</sup>	220.52 <sup>a</sup>	7.11 <sup>a</sup>	0.85 <sup>b</sup>	16.99 <sup>a</sup>	144.85 <sup>a</sup>
Starmex2	0.66 <sup>a</sup>	18.30 <sup>a</sup>	201.01 <sup>a</sup>	5.50 <sup>b</sup>	1.40 <sup>a</sup>	17.93 <sup>a</sup>	146.57 <sup>a</sup>
Starmex3	0.75 <sup>a</sup>	16.69 <sup>a</sup>	86.81 <sup>b</sup>	6.26 <sup>b</sup>	1.37 <sup>a</sup>	18.71 <sup>a</sup>	89.73 <sup>b</sup>
Potencial osmótico (MPa)	**	***	**	Ns	**	***	***
Steiner -0.036	0.54 <sup>b</sup>	12.89 <sup>b</sup>	146.31 <sup>b</sup>	6.20 <sup>a</sup>	1.05 <sup>b</sup>	13.86 <sup>b</sup>	97.73 <sup>b</sup>
Steiner -0.072	0.67 <sup>a</sup>	21.98 <sup>a</sup>	192.59 <sup>a</sup>	6.38 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	21.89 <sup>a</sup>	186.37 <sup>a</sup>
Selección x PO	*	*	**	Ns	ns	ns	*
Starmex1 -0.036	0.44 <sup>a</sup>	12.32 <sup>b</sup>	174.09 <sup>b</sup>	7.00 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	12.65 <sup>a</sup>	108.37 <sup>b</sup>
Starmex1 -0.072	0.39 <sup>a</sup>	22.30 <sup>a</sup>	266.95 <sup>a</sup>	7.23 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	21.32 <sup>a</sup>	181.34 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.036	0.55 <sup>a</sup>	13.06 <sup>b</sup>	163.14 <sup>b</sup>	5.40 <sup>a</sup>	1.11 <sup>a</sup>	13.67 <sup>a</sup>	107.39 <sup>b</sup>
Starmex2 -0.072	0.77 <sup>a</sup>	23.55 <sup>a</sup>	238.89 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>	1.68 <sup>a</sup>	22.19 <sup>a</sup>	185.77 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.036	0.63 <sup>a</sup>	13.29 <sup>b</sup>	101.71 <sup>a</sup>	6.20 <sup>a</sup>	1.26 <sup>a</sup>	15.26 <sup>a</sup>	77.44 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.072	0.86 <sup>a</sup>	20.09 <sup>a</sup>	71.92 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	22.16 <sup>a</sup>	102.02 <sup>a</sup>
C. V. (%)	16.70	8.90	19.94	9.56	14.30	8.12	14.53

PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; C. V.: coeficiente de variación; †valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*, \*\*\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$ , significativo con  $\alpha \leq 0.01$ , significativo con  $\alpha \leq 0.0001$  respectivamente.



**Anexo 1.16.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre la producción de materia seca, área foliar e índice de área foliar del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factores	Materia seca (g)				Área Foliar	IAF
	Hojas	Brotes	Ráquis	Tallos		
Poda	Ns	ns	***	ns	ns	ns
+P	206.79 <sup>a†</sup>	20.11 <sup>a</sup>	7.61 <sup>b</sup>	72.20 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	2.05 <sup>a</sup>
-P	195.95 <sup>a</sup>	18.30 <sup>a</sup>	20.17 <sup>a</sup>	69.81 <sup>a</sup>	1.20 <sup>a</sup>	2.23 <sup>a</sup>
Calcio	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	200.01 <sup>a</sup>	18.69 <sup>a</sup>	13.94 <sup>a</sup>	68.84 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	2.10 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	202.73 <sup>a</sup>	19.72 <sup>a</sup>	13.84 <sup>a</sup>	73.16 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	2.18 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	21.66 <sup>a</sup>	19.09 <sup>a</sup>	8.12 <sup>a</sup>	70.93 <sup>a</sup>	1.14 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	202.91 <sup>a</sup>	21.14 <sup>a</sup>	7.10 <sup>a</sup>	73.47 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.98 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup>	189.36 <sup>a</sup>	18.29 <sup>a</sup>	19.76 <sup>a</sup>	66.75 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	2.08 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	202.54 <sup>a</sup>	18.30 <sup>a</sup>	20.58 <sup>a</sup>	72.86 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	2.38 <sup>a</sup>
Miel	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+M	205.66 <sup>a</sup>	19.49 <sup>a</sup>	13.46 <sup>a</sup>	72.36 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>	2.16 <sup>a</sup>
-M	191.08 <sup>a</sup>	18.92 <sup>a</sup>	14.32 <sup>a</sup>	69.64 <sup>a</sup>	1.14 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>
PodaXMiel	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +M	215.83 <sup>a</sup>	24.11 <sup>a</sup>	7.03 <sup>a</sup>	76.79 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	2.04 <sup>a</sup>
-P -M	197.74 <sup>a</sup>	16.11 <sup>a</sup>	8.20 <sup>a</sup>	67.61 <sup>a</sup>	1.11 <sup>a</sup>	2.06 <sup>a</sup>
+P +M	195.50 <sup>a</sup>	14.86 <sup>a</sup>	19.89 <sup>a</sup>	67.94 <sup>a</sup>	1.23 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>
-P -M	196.41 <sup>a</sup>	21.73 <sup>a</sup>	20.45 <sup>a</sup>	71.68 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	2.18 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	192.14 <sup>a</sup>	15.53 <sup>a</sup>	14.78 <sup>a</sup>	65.77 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	1.96 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	207.88 <sup>a</sup>	21.85 <sup>a</sup>	13.10 <sup>a</sup>	71.91 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	2.24 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> +M	219.18 <sup>a</sup>	23.45 <sup>a</sup>	12.14 <sup>a</sup>	78.95 <sup>a</sup>	1.27 <sup>a</sup>	2.36 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	186.28 <sup>a</sup>	15.99 <sup>a</sup>	15.55 <sup>a</sup>	67.38 <sup>a</sup>	1.08 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	210.03 <sup>a</sup>	19.93 <sup>a</sup>	7.81 <sup>a</sup>	71.02 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>	1.93 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	211.28 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>	8.44 <sup>a</sup>	70.84 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	2.30 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> -M	221.62 <sup>a</sup>	28.29 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>	82.55 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	2.14 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> +M	184.21 <sup>a</sup>	13.98 <sup>a</sup>	7.96 <sup>a</sup>	64.38 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	1.82 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	174.25 <sup>a</sup>	11.12 <sup>a</sup>	21.76 <sup>a</sup>	60.52 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.99 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	204.48 <sup>a</sup>	25.46 <sup>a</sup>	17.76 <sup>a</sup>	72.98 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	2.18 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> -M	216.74 <sup>a</sup>	18.60 <sup>a</sup>	18.03 <sup>a</sup>	75.35 <sup>a</sup>	1.39 <sup>a</sup>	2.58 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> +M	188.34 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>	23.14 <sup>a</sup>	70.37 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	2.18 <sup>a</sup>
C. V. (%)	13.57	47.53	28.22	18.09	14.18	14.18

P: poda; M: miel de abeja; +,-: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo.

**Anexo 1.17.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre el área foliar y el índice de área foliar de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2007.

Factor	Área foliar (m <sup>2</sup> )			Índice de área foliar		
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	M1	M2	M3
Selección	***	*	ns	***	*	ns
Starmex1	0.077 <sup>b†</sup>	0.225 <sup>b</sup>	1.735 <sup>a</sup>	0.038 <sup>b</sup>	0.500 <sup>b</sup>	3.855 <sup>a</sup>
Starmex2	0.029 <sup>a</sup>	0.223 <sup>b</sup>	1.728 <sup>a</sup>	0.064 <sup>a</sup>	0.497 <sup>b</sup>	3.840 <sup>a</sup>
Starmex3	0.030 <sup>a</sup>	0.281 <sup>a</sup>	1.321 <sup>a</sup>	0.066 <sup>a</sup>	0.624 <sup>a</sup>	2.935 <sup>a</sup>
Potencial osmótico (MPa)	**	***	**	**	***	**
Steiner -0.036	0.022 <sup>b</sup>	0.194 <sup>b</sup>	1.251 <sup>b</sup>	0.049 <sup>b</sup>	0.431 <sup>b</sup>	2.780 <sup>b</sup>
Steiner -0.072	0.028 <sup>a</sup>	0.292 <sup>a</sup>	1.938 <sup>a</sup>	0.063 <sup>a</sup>	0.649 <sup>a</sup>	4.307 <sup>a</sup>
Selección X PO	*	ns	ns	*	ns	ns
Starmex1 -0.036	0.016 <sup>a</sup>	0.173 <sup>a</sup>	1.258 <sup>a</sup>	0.035 <sup>a</sup>	0.385 <sup>a</sup>	2.796 <sup>a</sup>
Starmex1 -0.072	0.018 <sup>a</sup>	0.277 <sup>a</sup>	2.211 <sup>a</sup>	0.040 <sup>a</sup>	0.615 <sup>a</sup>	4.915 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.036	0.022 <sup>b</sup>	0.165 <sup>a</sup>	1.342 <sup>a</sup>	0.049 <sup>b</sup>	0.367 <sup>a</sup>	2.983 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.072	0.035 <sup>a</sup>	0.282 <sup>a</sup>	2.114 <sup>a</sup>	0.079 <sup>a</sup>	0.627 <sup>a</sup>	4.697 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.036	0.028 <sup>a</sup>	0.244 <sup>a</sup>	1.152 <sup>a</sup>	0.063 <sup>a</sup>	0.542 <sup>a</sup>	2.561 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.072	0.031 <sup>a</sup>	0.317 <sup>a</sup>	1.489 <sup>a</sup>	0.070 <sup>a</sup>	0.706 <sup>a</sup>	3.310 <sup>a</sup>
C. V. (%)	16.16	17.73	26.74	16.16	17.73	26.74

PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; C. V.: coeficiente de variación; <sup>†</sup>valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*, \*\*\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$ , significativo con  $\alpha \leq 0.01$ , significativo con  $\alpha \leq 0.0001$  respectivamente.

**Anexo 1.18.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre algunos índices de crecimiento en tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero.

Factor	Relación de peso foliar	Área foliar específica	Relación de área foliar
	$\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$	$\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$
Selección	***	ns	**
Starmex1	0.39 <sup>a</sup>	117.33 <sup>a</sup>	46.26 <sup>a</sup>
Starmex2	0.41 <sup>a</sup>	119.86 <sup>a</sup>	49.70 <sup>a</sup>
Starmex3	0.51 <sup>b</sup>	148.92 <sup>a</sup>	76.08 <sup>b</sup>
Potencial osmótico (MPa)	**	ns	ns
Steiner -0.036	0.40 <sup>b</sup>	130.25 <sup>a</sup>	53.46
Steiner -0.072	0.47 <sup>a</sup>	127.16 <sup>a</sup>	61.23
Selección x PO	*	ns	ns
Starmex1 -0.036	0.38 <sup>a</sup>	113.07 <sup>a</sup>	43.30 <sup>a</sup>
Starmex1 -0.072	0.40 <sup>a</sup>	121.58 <sup>a</sup>	49.22 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.036	0.39 <sup>a</sup>	127.27 <sup>a</sup>	50.42 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.072	0.43 <sup>a</sup>	112.46 <sup>a</sup>	48.99 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.036	0.44 <sup>b</sup>	150.41 <sup>a</sup>	66.67 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.072	0.58 <sup>a</sup>	147.43 <sup>a</sup>	85.49 <sup>a</sup>
C. V. (%)	8.79	22.04	21.20

PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; C. V.: coeficiente de variación; <sup>T</sup>valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*, \*\*\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$ , significativo con  $\alpha \leq 0.01$ , significativo con  $\alpha \leq 0.0001$  respectivamente.

**Anexo 1.19.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el número de hojas del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero.

Factores	Días después del trasplante								
	9	16	23	30	37	44	51	58	65
Poda	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	5.81 <sup>a†</sup>	6.87 <sup>a</sup>	9.31 <sup>a</sup>	11.93 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	9.87 <sup>a</sup>	12.31 <sup>a</sup>	15.56 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>
-P	5.93 <sup>a</sup>	6.81 <sup>a</sup>	8.81 <sup>a</sup>	11.81 <sup>a</sup>	14.31 <sup>a</sup>	10.25 <sup>a</sup>	12.56 <sup>a</sup>	15.62 <sup>a</sup>	17.68 <sup>a</sup>
Calcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	5.87 <sup>a</sup>	6.81 <sup>a</sup>	9.06 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	14.68 <sup>a</sup>	10.31 <sup>a</sup>	12.37 <sup>a</sup>	12.56 <sup>a</sup>	17.43 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	5.87 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	9.06 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	14.37 <sup>a</sup>	9.81 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	12.62 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	5.87 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	9.12 <sup>a</sup>	11.62 <sup>a</sup>	14.62 <sup>a</sup>	10.25 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	12.75 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	5.75 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	9.50 <sup>a</sup>	12.25 <sup>a</sup>	14.87 <sup>a</sup>	9.50 <sup>a</sup>	12.12 <sup>a</sup>	15.37 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	5.87 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	12.12 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	10.37 <sup>a</sup>	12.25 <sup>a</sup>	15.37 <sup>a</sup>	17.12 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	6.00 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	8.62 <sup>a</sup>	11.50 <sup>a</sup>	13.87 <sup>a</sup>	10.12 <sup>a</sup>	12.87 <sup>a</sup>	15.87 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+M	5.75 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	9.12 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	14.62 <sup>a</sup>	9.93 <sup>a</sup>	12.62 <sup>a</sup>	15.75 <sup>a</sup>	17.68 <sup>a</sup>
-M	6.00 <sup>a</sup>	6.93 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	14.43 <sup>a</sup>	10.18 <sup>a</sup>	12.25 <sup>a</sup>	15.43 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +M	5.75 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	9.37 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	14.62 <sup>a</sup>	9.50 <sup>a</sup>	12.12 <sup>a</sup>	15.50 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>
-P -M	5.87 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	9.25 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	14.87 <sup>a</sup>	10.25 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	15.62 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>
+P +M	5.75 <sup>a</sup>	6.62 <sup>a</sup>	8.87 <sup>a</sup>	11.75 <sup>a</sup>	14.62 <sup>a</sup>	10.37 <sup>a</sup>	13.12 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	17.87 <sup>a</sup>
-P -M	6.12 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	8.75 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	14.00 <sup>a</sup>	10.12 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	15.25 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	5.50 <sup>a</sup>	6.62 <sup>a</sup>	8.87 <sup>a</sup>	11.50 <sup>a</sup>	14.50 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	12.37 <sup>a</sup>	15.75 <sup>a</sup>	17.12 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	6.25 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	9.25 <sup>a</sup>	12.25 <sup>a</sup>	14.87 <sup>a</sup>	10.62 <sup>a</sup>	12.37 <sup>a</sup>	15.37 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> +M	6.00 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	9.37 <sup>a</sup>	12.25 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	9.87 <sup>a</sup>	12.87 <sup>a</sup>	15.75 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	5.75 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	8.75 <sup>a</sup>	11.50 <sup>a</sup>	14.00 <sup>a</sup>	9.75 <sup>a</sup>	12.12 <sup>a</sup>	15.50 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	5.50 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	11.25 <sup>a</sup>	14.50 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	12.25 <sup>a</sup>	15.50 <sup>a</sup>	17.25 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	6.25 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	9.25 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	12.75 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	6.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	9.75 <sup>a</sup>	12.75 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	15.50 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	5.50 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	9.25 <sup>a</sup>	11.75 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	12.25 <sup>a</sup>	15.25 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	5.50 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	8.75 <sup>a</sup>	11.75 <sup>a</sup>	14.50 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	17.00 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	6.25 <sup>a</sup>	7.25 <sup>a</sup>	9.25 <sup>a</sup>	12.50 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>	10.75 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	17.25 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	6.00 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	11.75 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	10.75 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	18.75 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	6.00 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	8.25 <sup>a</sup>	11.25 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	9.50 <sup>a</sup>	12.00 <sup>a</sup>	15.75 <sup>a</sup>	17.75 <sup>a</sup>
C. V. (%)	13.23	13.58	10.68	13.48	10.90	14.27	10.37	9.09	7.57

P: poda; M: miel de abeja; +, -: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$  respectivamente.

**Anexo 1.20.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el número de hojas del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero.

Factores	Días después del trasplante			
	72	79	86	93
Poda	ns	Ns	ns	ns
+P	20.00 <sup>at</sup>	23.68 <sup>a</sup>	25.93 <sup>a</sup>	26.93 <sup>a</sup>
-P	19.87 <sup>a</sup>	23.18 <sup>a</sup>	26.00 <sup>a</sup>	27.00 <sup>a</sup>
Calcio	ns	Ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	20.00 <sup>a</sup>	23.06 <sup>a</sup>	25.68 <sup>a</sup>	26.56 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	19.87 <sup>a</sup>	23.81 <sup>a</sup>	26.25 <sup>a</sup>	28.37 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	Ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	20.25 <sup>a</sup>	23.62 <sup>a</sup>	26.25 <sup>a</sup>	27.00 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	19.75 <sup>a</sup>	23.75 <sup>a</sup>	25.62 <sup>a</sup>	26.87 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	19.75 <sup>a</sup>	22.50 <sup>a</sup>	25.12 <sup>a</sup>	26.12 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	20.00 <sup>a</sup>	23.87 <sup>a</sup>	26.87 <sup>a</sup>	27.87 <sup>a</sup>
Miel	ns	Ns	ns	ns
+M	20.00 <sup>a</sup>	23.50 <sup>a</sup>	26.06 <sup>a</sup>	26.68 <sup>a</sup>
-M	19.87 <sup>a</sup>	23.37 <sup>a</sup>	25.87 <sup>a</sup>	27.25 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	Ns	ns	ns
+P +M	19.75 <sup>a</sup>	23.50 <sup>a</sup>	26.12 <sup>a</sup>	26.75 <sup>a</sup>
+P -M	20.25 <sup>a</sup>	23.87 <sup>a</sup>	25.75 <sup>a</sup>	27.12 <sup>a</sup>
-P +M	20.25 <sup>a</sup>	23.50 <sup>a</sup>	26.00 <sup>a</sup>	26.62 <sup>a</sup>
-P -M	19.50 <sup>a</sup>	22.87 <sup>a</sup>	26.00 <sup>a</sup>	27.37 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	Ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	20.00 <sup>a</sup>	23.12 <sup>a</sup>	25.62 <sup>a</sup>	26.12 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> -M	20.00 <sup>a</sup>	23.00 <sup>a</sup>	25.75 <sup>a</sup>	28.00 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> +M	20.00 <sup>a</sup>	23.87 <sup>a</sup>	26.50 <sup>a</sup>	27.25 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	19.75 <sup>a</sup>	23.75 <sup>a</sup>	26.00 <sup>a</sup>	27.50 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	Ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	19.75 <sup>a</sup>	23.25 <sup>a</sup>	26.00 <sup>a</sup>	26.50 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> -M	20.75 <sup>a</sup>	24.00 <sup>a</sup>	26.50 <sup>a</sup>	27.50 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	19.75 <sup>a</sup>	23.75 <sup>a</sup>	26.25 <sup>a</sup>	27.00 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> -M	19.75 <sup>a</sup>	23.75 <sup>a</sup>	25.00 <sup>a</sup>	26.50 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> +M	20.25 <sup>a</sup>	23.00 <sup>a</sup>	25.25 <sup>a</sup>	25.75 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	19.25 <sup>a</sup>	22.00 <sup>a</sup>	25.00 <sup>a</sup>	26.50 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> +M	20.25 <sup>a</sup>	24.00 <sup>a</sup>	26.75 <sup>a</sup>	27.50 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	19.75 <sup>a</sup>	23.75 <sup>a</sup>	27.00 <sup>a</sup>	28.25 <sup>a</sup>
C. V. (%)	6.94	8.21	7.59	6.78

P: poda; M: miel de abeja; +,-: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo.

## ANEXO CAPÍTULO 2

**Anexo 2.1.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre las lecturas SPAD en tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2007.

Factor	Días después del trasplante															
	16	20	28	35	42	48	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119
Selección	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Starmex1	50.70 <sup>a†</sup>	52.89 <sup>a</sup>	51.98 <sup>a</sup>	52.80 <sup>a</sup>	56.95 <sup>a</sup>	56.95 <sup>a</sup>	57.46 <sup>a</sup>	58.22 <sup>a</sup>	58.63 <sup>a</sup>	58.86 <sup>a</sup>	58.56 <sup>a</sup>	57.66 <sup>a</sup>	57.86 <sup>a</sup>	56.90 <sup>a</sup>	57.87 <sup>a</sup>	59.61 <sup>a</sup>
Starmex2	48.99 <sup>a</sup>	52.98 <sup>a</sup>	50.76 <sup>b</sup>	50.78 <sup>a</sup>	54.96 <sup>a</sup>	54.96 <sup>a</sup>	60.15 <sup>a</sup>	59.41 <sup>a</sup>	59.41 <sup>a</sup>	58.26 <sup>a</sup>	58.30 <sup>a</sup>	55.63 <sup>a</sup>	53.46 <sup>a</sup>	54.88 <sup>a</sup>	50.98 <sup>b</sup>	55.31 <sup>a</sup>
Starmex3	40.80 <sup>b</sup>	42.43 <sup>b</sup>	40.03 <sup>c</sup>	41.86 <sup>b</sup>	42.82 <sup>b</sup>	45.82 <sup>b</sup>	45.86 <sup>b</sup>	43.78 <sup>b</sup>	43.78 <sup>b</sup>	44.40 <sup>b</sup>	43.38 <sup>b</sup>	42.41 <sup>b</sup>	40.98 <sup>b</sup>	39.16 <sup>b</sup>	36.33 <sup>c</sup>	34.72 <sup>b</sup>
PO (MPa)	ns	ns	***	***	**	**	ns	*	*	*	**	ns	ns	**	*	ns
Steiner -0.036	45.77 <sup>a</sup>	48.60 <sup>a</sup>	46.03 <sup>b</sup>	46.47 <sup>b</sup>	50.57 <sup>b</sup>	50.57 <sup>b</sup>	53.97 <sup>a</sup>	51.51 <sup>b</sup>	51.79 <sup>b</sup>	52.51 <sup>b</sup>	50.49 <sup>b</sup>	51.41 <sup>a</sup>	49.40 <sup>a</sup>	47.25 <sup>b</sup>	46.13 <sup>b</sup>	49.29 <sup>a</sup>
Steiner -0.072	47.89 <sup>a</sup>	50.27 <sup>a</sup>	49.15 <sup>a</sup>	50.48 <sup>a</sup>	54.58 <sup>a</sup>	54.58 <sup>a</sup>	55.00 <sup>a</sup>	56.10 <sup>a</sup>	56.10 <sup>a</sup>	55.16 <sup>a</sup>	55.00 <sup>a</sup>	52.39 <sup>a</sup>	52.13 <sup>a</sup>	53.38 <sup>a</sup>	50.66 <sup>a</sup>	50.47 <sup>a</sup>
Selección x PO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Starmex1 -0.036	49.69 <sup>a</sup>	51.66 <sup>a</sup>	50.21 <sup>a</sup>	51.11 <sup>a</sup>	56.16 <sup>a</sup>	56.16 <sup>a</sup>	56.62 <sup>a</sup>	54.22 <sup>a</sup>	55.05 <sup>a</sup>	55.70 <sup>b</sup>	55.35 <sup>a</sup>	58.15 <sup>a</sup>	56.15 <sup>a</sup>	54.12 <sup>a</sup>	57.00 <sup>a</sup>	58.02 <sup>a</sup>
Starmex1 -0.072	51.70 <sup>a</sup>	54.22 <sup>a</sup>	53.75 <sup>a</sup>	54.48 <sup>a</sup>	57.75 <sup>a</sup>	57.75 <sup>a</sup>	58.30 <sup>a</sup>	62.22 <sup>a</sup>	62.22 <sup>a</sup>	62.02 <sup>a</sup>	57.77 <sup>a</sup>	57.17 <sup>a</sup>	59.57 <sup>a</sup>	59.67 <sup>a</sup>	58.75 <sup>a</sup>	61.20 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.036	48.20 <sup>a</sup>	52.27 <sup>a</sup>	48.93 <sup>a</sup>	48.61 <sup>a</sup>	51.38 <sup>a</sup>	51.38 <sup>a</sup>	59.02 <sup>a</sup>	57.57 <sup>a</sup>	57.57 <sup>a</sup>	58.57 <sup>a</sup>	54.90 <sup>a</sup>	54.07 <sup>a</sup>	51.22 <sup>a</sup>	49.85 <sup>a</sup>	46.27 <sup>a</sup>	56.97 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.072	49.77 <sup>a</sup>	53.70 <sup>a</sup>	52.58 <sup>a</sup>	52.95 <sup>a</sup>	58.53 <sup>a</sup>	58.53 <sup>a</sup>	61.27 <sup>a</sup>	61.25 <sup>a</sup>	61.25 <sup>a</sup>	57.95 <sup>a</sup>	61.70 <sup>a</sup>	57.20 <sup>a</sup>	55.70 <sup>a</sup>	59.92 <sup>a</sup>	55.70 <sup>a</sup>	53.65 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.036	39.41 <sup>a</sup>	41.96 <sup>a</sup>	38.95 <sup>a</sup>	39.70 <sup>a</sup>	44.17 <sup>a</sup>	44.17 <sup>a</sup>	46.27 <sup>a</sup>	42.75 <sup>a</sup>	42.75 <sup>a</sup>	43.27 <sup>a</sup>	41.22 <sup>a</sup>	42.02 <sup>a</sup>	40.85 <sup>a</sup>	37.77 <sup>a</sup>	35.12 <sup>a</sup>	32.87 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.072	42.20 <sup>a</sup>	42.90 <sup>a</sup>	41.11 <sup>a</sup>	44.02 <sup>a</sup>	47.47 <sup>a</sup>	47.47 <sup>a</sup>	45.45 <sup>a</sup>	44.82 <sup>a</sup>	44.82 <sup>a</sup>	45.52 <sup>a</sup>	45.55 <sup>a</sup>	42.80 <sup>a</sup>	41.12 <sup>a</sup>	40.55 <sup>a</sup>	37.55 <sup>a</sup>	36.57 <sup>a</sup>
C. V. (%)	7.93	4.10	1.81	3.87	5.39	5.39	8.45	9.54	9.24	4.62	7.16	10.80	9.99	8.58	10.77	8.93

PO: potencial osmótico; MPa: megapascales; C. V.: coeficiente de variación; †valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*, \*\*\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$ , significativo con  $\alpha \leq 0.01$ , significativo con  $\alpha \leq 0.0001$  respectivamente.

### ANEXO CAPÍTULO 3

**Anexo 3.1.** Efecto de dos potenciales osmóticos sobre algunas variables de calidad del fruto de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2007.

Factor	pH	Licopeno	Firmeza	Brix	Vida postcosecha
		mg·100 g de pulpa	kg·cm <sup>2</sup>		días
Selección	ns	ns	**	ns	ns
Starmex1	5.33 <sup>a</sup>	22.90 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	5.16 <sup>a</sup>	12.62 <sup>a</sup>
Starmex2	5.31 <sup>a</sup>	25.93 <sup>a</sup>	0.26 <sup>b</sup>	5.28 <sup>a</sup>	9.12 <sup>a</sup>
Starmex3	5.37 <sup>a</sup>	24.41 <sup>a</sup>	0.22 <sup>b</sup>	4.89 <sup>a</sup>	11.00 <sup>a</sup>
Potencial osmótico (MPa)	**	ns	Ns	ns	ns
Steiner -0.036	5.23 <sup>b</sup>	25.70 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	5.14 <sup>a</sup>	10.98 <sup>a</sup>
Steiner -0.072	5.44 <sup>a</sup>	23.12 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	5.08 <sup>a</sup>	10.84 <sup>a</sup>
Selección x PO	ns	ns	ns	ns	*
Starmex1 -0.036	5.28 <sup>a</sup>	23.36 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>	5.12 <sup>a</sup>	10.25 <sup>a</sup>
Starmex1 -0.072	5.39 <sup>a</sup>	22.44 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	15.00 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.036	5.14 <sup>a</sup>	28.30 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	10.16 <sup>a</sup>
Starmex2 -0.072	5.48 <sup>a</sup>	23.55 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	5.23 <sup>a</sup>	8.08 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.036	5.29 <sup>a</sup>	25.44 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>	4.98 <sup>a</sup>	12.54 <sup>a</sup>
Starmex3 -0.072	5.46 <sup>a</sup>	23.37 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>	4.81 <sup>a</sup>	9.45 <sup>a</sup>
C. V. (%)	1.97	22.85	19.51	14.59	27.93

PO: potencial osmótico; MPa: megapascuales; C. V.: coeficiente de variación; † valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*: no significativo, significativo con  $\alpha = 0.05$ , significativo con  $\alpha = 0.01$  respectivamente.

## ANEXO CAPÍTULO 4

**Anexo 4.1.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre algunas características de los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factores	Número		Diámetro (mm)		Peso individual
	Costillas	Sépalos	Ecuatorial	Polar	$\text{g}\cdot\text{fruto}^{-1}$
Poda	***	***	***	ns	***
+P	7.24 <sup>a</sup>	8.35 <sup>a</sup>	44.41 <sup>a</sup>	34.25 <sup>a</sup>	45.45 <sup>a</sup>
-P	6.60 <sup>b</sup>	7.96 <sup>b</sup>	42.80 <sup>b</sup>	34.23 <sup>a</sup>	40.36 <sup>b</sup>
Calcio	*	ns	ns	ns	ns
+ $\text{Ca}^{2+}$	7.06 <sup>a†</sup>	8.23 <sup>a</sup>	43.57 <sup>a</sup>	34.15 <sup>a</sup>	42.97 <sup>a</sup>
- $\text{Ca}^{2+}$	6.78 <sup>b</sup>	8.08 <sup>a</sup>	43.63 <sup>a</sup>	34.34 <sup>a</sup>	42.85 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	**	**	**	ns	ns
+P + $\text{Ca}^{2+}$	7.60 <sup>a</sup>	8.54 <sup>a</sup>	44.92 <sup>a</sup>	34.30 <sup>a</sup>	46.56 <sup>a</sup>
+P - $\text{Ca}^{2+}$	6.87 <sup>b</sup>	8.16 <sup>b</sup>	43.89 <sup>a</sup>	34.21 <sup>a</sup>	44.34 <sup>a</sup>
-P + $\text{Ca}^{2+}$	6.52 <sup>a</sup>	7.93 <sup>a</sup>	42.23 <sup>b</sup>	33.99 <sup>a</sup>	39.37 <sup>a</sup>
-P - $\text{Ca}^{2+}$	6.69 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	43.36 <sup>a</sup>	34.46 <sup>a</sup>	41.35 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	**	ns	**
+M	7.01 <sup>a</sup>	8.20 <sup>a</sup>	44.26 <sup>a</sup>	34.60 <sup>a</sup>	44.93 <sup>a</sup>
-M	6.83 <sup>a</sup>	8.11 <sup>a</sup>	42.94 <sup>b</sup>	33.88 <sup>a</sup>	40.88 <sup>b</sup>
PodaXMiel	ns	ns	*	ns	ns
+P +M	7.26 <sup>a</sup>	8.39 <sup>a</sup>	45.49 <sup>a</sup>	34.84 <sup>a</sup>	48.50 <sup>a</sup>
+P -M	7.21 <sup>a</sup>	8.30 <sup>a</sup>	43.32 <sup>b</sup>	33.67 <sup>a</sup>	42.40 <sup>b</sup>
-P +M	6.76 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	43.03 <sup>a</sup>	34.37 <sup>a</sup>	41.37 <sup>a</sup>
-P -M	6.45 <sup>a</sup>	7.92 <sup>a</sup>	42.57 <sup>a</sup>	34.09 <sup>a</sup>	39.35 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	**	ns	ns
+ $\text{Ca}^{2+}$ +M	7.09 <sup>a</sup>	8.27 <sup>a</sup>	43.82 <sup>a</sup>	34.57 <sup>a</sup>	44.17 <sup>a</sup>
+ $\text{Ca}^{2+}$ -M	7.03 <sup>a</sup>	8.20 <sup>a</sup>	43.33 <sup>a</sup>	33.73 <sup>a</sup>	41.76 <sup>a</sup>
- $\text{Ca}^{2+}$ +M	6.93 <sup>a</sup>	8.13 <sup>a</sup>	44.70 <sup>a</sup>	34.64 <sup>a</sup>	45.70 <sup>a</sup>
- $\text{Ca}^{2+}$ -M	6.63 <sup>a</sup>	8.02 <sup>a</sup>	42.55 <sup>b</sup>	34.03 <sup>a</sup>	39.99 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	**	ns	ns	ns	*
+P + $\text{Ca}^{2+}$ +M	7.57 <sup>a</sup>	8.62	45.92 <sup>a</sup>	35.12	49.99 <sup>a</sup>
+P + $\text{Ca}^{2+}$ -M	7.45 <sup>a</sup>	8.46	43.92 <sup>a</sup>	33.48	43.14 <sup>a</sup>
+P - $\text{Ca}^{2+}$ +M	6.77 <sup>a</sup>	8.17	45.07 <sup>a</sup>	34.56	47.01 <sup>a</sup>
+P - $\text{Ca}^{2+}$ -M	6.97 <sup>a</sup>	8.15	42.72 <sup>a</sup>	33.86	41.67 <sup>a</sup>
-P + $\text{Ca}^{2+}$ +M	6.44 <sup>a</sup>	7.92	41.71 <sup>a</sup>	34.01	38.34 <sup>a</sup>
-P + $\text{Ca}^{2+}$ -M	6.60 <sup>a</sup>	7.94	42.75 <sup>a</sup>	33.97	40.39 <sup>a</sup>
-P - $\text{Ca}^{2+}$ +M	7.08 <sup>a</sup>	8.09	44.34 <sup>a</sup>	34.72	44.40 <sup>a</sup>
-P - $\text{Ca}^{2+}$ -M	6.29 <sup>b</sup>	7.90	42.38 <sup>a</sup>	34.20	38.30 <sup>b</sup>
C. V. (%)	35.09	19.40	18.51	18.35	57.16

P: poda; M: miel de abeja; +,-: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*, \*\*, \*\*\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$ , significativo con  $\alpha \leq 0.01$ , significativo con  $\alpha \leq 0.0001$  respectivamente.



**Anexo 4.2.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre algunas características de calidad en los frutos del jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factor	°Brix	pH	AT	Licopeno	Vitamina C	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{K}^+$	Poscosecha	
			%	mg·100 g <sub>BMF</sub> <sup>-1</sup>	g <sub>BMF</sub> <sup>-1</sup>	% <sub>BMS</sub>	EMR	VP	
Poda	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
+P	5.17 <sup>a†</sup>	4.50 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	31.50 <sup>a</sup>	44.64 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	3.40 <sup>a</sup>	4.90 <sup>a</sup>	23.53 <sup>a</sup>
-P	5.00 <sup>a</sup>	4.52 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	30.53 <sup>a</sup>	48.82 <sup>a</sup>	0.26 <sup>b</sup>	3.62 <sup>a</sup>	4.56 <sup>b</sup>	22.93 <sup>a</sup>
Calcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***
+Ca <sup>2+</sup>	5.03 <sup>a</sup>	4.53 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	31.67	47.43 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	3.51 <sup>a</sup>	4.71 <sup>a</sup>	24.43 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	5.15 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	30.36	46.03 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	3.51 <sup>a</sup>	4.75 <sup>a</sup>	22.03 <sup>b</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	5.08 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	31.75 <sup>a</sup>	48.82 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	3.47 <sup>a</sup>	4.93 <sup>a</sup>	25.00 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	5.26 <sup>a</sup>	4.51 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	31.26 <sup>a</sup>	40.45 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	4.87 <sup>a</sup>	22.06 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	4.97 <sup>a</sup>	4.55 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	31.59 <sup>a</sup>	46.03 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	3.55 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	23.87 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	5.03 <sup>a</sup>	4.49 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	29.47 <sup>a</sup>	51.61 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	3.69 <sup>a</sup>	4.62 <sup>a</sup>	22.00 <sup>a</sup>
Miel	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
+M	5.15 <sup>a</sup>	4.55 <sup>a</sup>	0.54	29.66 <sup>b</sup>	45.10 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	3.40 <sup>a</sup>	4.78 <sup>a</sup>	23.50 <sup>a</sup>
-M	5.03 <sup>a</sup>	4.48 <sup>b</sup>	0.58	32.37 <sup>a</sup>	48.36 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	3.62 <sup>a</sup>	4.68 <sup>a</sup>	22.98 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +M	5.40 <sup>a</sup>	4.52 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	31.15 <sup>a</sup>	44.64 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	3.35 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	23.87 <sup>a</sup>
-P -M	4.95 <sup>a</sup>	4.49 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	32.86 <sup>a</sup>	44.64 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	3.44 <sup>a</sup>	4.81 <sup>a</sup>	23.18 <sup>a</sup>
+P -M	4.90 <sup>a</sup>	4.57 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	29.18 <sup>a</sup>	45.57 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	3.44 <sup>a</sup>	4.56 <sup>a</sup>	23.12 <sup>a</sup>
-P +M	5.11 <sup>a</sup>	4.47 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	31.88 <sup>a</sup>	52.08 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	3.79 <sup>a</sup>	4.56 <sup>a</sup>	22.75 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	4.72 <sup>a</sup>	4.56 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	30.67 <sup>a</sup>	48.36 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	3.58 <sup>a</sup>	4.75 <sup>a</sup>	24.68 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	5.33 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	32.66 <sup>a</sup>	46.50 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	3.43 <sup>a</sup>	4.68 <sup>a</sup>	24.18 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> -M	5.57 <sup>a</sup>	4.53 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	28.65 <sup>a</sup>	41.85 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	3.22 <sup>a</sup>	4.81 <sup>a</sup>	22.31 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> +M	4.72 <sup>b</sup>	4.46 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	30.07 <sup>a</sup>	50.22 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	3.81 <sup>a</sup>	4.68 <sup>a</sup>	21.75 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	4.87 <sup>a</sup>	4.51 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	29.69 <sup>a</sup>	53.01 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	5.00	25.00a
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	5.30 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	33.80 <sup>a</sup>	44.64 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	3.43 <sup>a</sup>	4.87	25.00a
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	5.92 <sup>a</sup>	4.53 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	30.61 <sup>a</sup>	36.27 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	3.21 <sup>a</sup>	5.00	22.75 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	4.60 <sup>a</sup>	4.48 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	31.91 <sup>a</sup>	44.64 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	3.46 <sup>a</sup>	4.75	21.37 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	4.57 <sup>a</sup>	4.60 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	31.66 <sup>a</sup>	43.71 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>	4.50	24.37 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	5.37 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	31.52 <sup>a</sup>	48.36 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	3.42 <sup>a</sup>	4.50	23.37 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> -M	5.22 <sup>a</sup>	4.54 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	20.70 <sup>a</sup>	47.43 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>	3.23 <sup>a</sup>	4.62	21.87 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> +M	4.58 <sup>a</sup>	4.45 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	32.24 <sup>a</sup>	55.80 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>	4.62	22.12a
C. V. (%)	11.03	1.61	21.12	15.05	24.15	40.33	20.80	13.86	ns

P: poda; M: miel de abeja; +,-: con y sin respectivamente; AT: acidez titulable; BMF, BMS; base materia fresca y seca respectivamente; EMR; días en alcanzar el estado de madurez rojo; VP: vida poscosecha; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*\*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.01$  respectivamente.

## ANEXO CAPÍTULO 5

**Anexo 5.1.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el crecimiento del fruto en el jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factores	Días después del trasplante								
	1	3	5	7	9	11	13	15	18
Poda	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	10.93 <sup>a†</sup>	1455 <sup>a</sup>	19.40 <sup>a</sup>	23.17 <sup>a</sup>	26.35 <sup>a</sup>	29.72 <sup>a</sup>	32.72 <sup>a</sup>	35.35 <sup>a</sup>	37.82 <sup>a</sup>
-P	9.54 <sup>a</sup>	12.94 <sup>a</sup>	17.24 <sup>a</sup>	21.07 <sup>a</sup>	24.18 <sup>a</sup>	27.17 <sup>a</sup>	30.16 <sup>a</sup>	32.83 <sup>a</sup>	35.44 <sup>a</sup>
Calcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	10.18 <sup>a</sup>	13.73 <sup>a</sup>	18.37 <sup>a</sup>	22.37 <sup>a</sup>	25.35 <sup>a</sup>	28.78 <sup>a</sup>	31.59 <sup>a</sup>	34.36 <sup>a</sup>	36.72 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	10.29 <sup>a</sup>	13.77 <sup>a</sup>	18.27 <sup>a</sup>	21.86 <sup>a</sup>	25.18 <sup>a</sup>	28.11 <sup>a</sup>	31.29 <sup>a</sup>	33.82 <sup>a</sup>	36.53 <sup>a</sup>
PodaXCalcio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup>	11.53 <sup>a</sup>	15.28 <sup>a</sup>	20.34 <sup>a</sup>	24.13 <sup>a</sup>	27.29 <sup>a</sup>	31.11 <sup>a</sup>	33.81 <sup>a</sup>	36.36 <sup>a</sup>	38.70 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup>	10.33 <sup>a</sup>	13.83 <sup>a</sup>	18.47 <sup>a</sup>	22.21 <sup>a</sup>	25.40 <sup>a</sup>	28.34 <sup>a</sup>	31.64 <sup>a</sup>	34.35 <sup>a</sup>	36.94 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup>	8.83 <sup>a</sup>	12.18 <sup>a</sup>	16.40 <sup>a</sup>	20.61 <sup>a</sup>	23.41 <sup>a</sup>	26.46 <sup>a</sup>	29.38 <sup>a</sup>	32.37 <sup>a</sup>	34.75 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup>	10.25 <sup>a</sup>	13.70 <sup>a</sup>	18.08 <sup>a</sup>	21.52 <sup>a</sup>	24.95 <sup>a</sup>	27.88 <sup>a</sup>	30.95 <sup>a</sup>	33.28 <sup>a</sup>	36.12 <sup>a</sup>
Miel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+M	10.51 <sup>a</sup>	14.26 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	22.85 <sup>a</sup>	26.19 <sup>a</sup>	29.73 <sup>a</sup>	32.61 <sup>a</sup>	35.62 <sup>a</sup>	37.99 <sup>a</sup>
-M	9.97 <sup>a</sup>	13.23 <sup>a</sup>	17.64 <sup>a</sup>	21.39 <sup>a</sup>	24.34 <sup>a</sup>	27.16 <sup>a</sup>	30.27 <sup>a</sup>	32.56 <sup>a</sup>	35.26 <sup>a</sup>
PodaXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +M	11.29 <sup>a</sup>	15.20 <sup>a</sup>	20.32 <sup>a</sup>	24.34 <sup>a</sup>	27.53 <sup>a</sup>	31.47 <sup>a</sup>	34.47 <sup>a</sup>	37.53 <sup>a</sup>	40.02 <sup>a</sup>
-P -M	10.57 <sup>a</sup>	13.91 <sup>a</sup>	18.49 <sup>a</sup>	22.01 <sup>a</sup>	25.16 <sup>a</sup>	27.97 <sup>a</sup>	30.97 <sup>a</sup>	33.18 <sup>a</sup>	35.62 <sup>a</sup>
+P -M	9.72 <sup>a</sup>	13.33 <sup>a</sup>	17.69 <sup>a</sup>	21.36 <sup>a</sup>	24.84 <sup>a</sup>	27.99 <sup>a</sup>	30.76 <sup>a</sup>	33.70 <sup>a</sup>	35.96 <sup>a</sup>
-P +M	9.36 <sup>a</sup>	12.55 <sup>a</sup>	16.79 <sup>a</sup>	10.78 <sup>a</sup>	23.52 <sup>a</sup>	26.34 <sup>a</sup>	29.57 <sup>a</sup>	31.95 <sup>a</sup>	34.91 <sup>a</sup>
CalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup> +M	10.71 <sup>a</sup>	14.69 <sup>a</sup>	19.57 <sup>a</sup>	23.41 <sup>a</sup>	26.83 <sup>a</sup>	30.38 <sup>a</sup>	33.13 <sup>a</sup>	36.04 <sup>a</sup>	38.31 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> -M	9.66 <sup>a</sup>	12.77 <sup>a</sup>	17.18 <sup>a</sup>	31.34 <sup>a</sup>	23.87 <sup>a</sup>	27.19 <sup>a</sup>	30.06 <sup>a</sup>	32.69 <sup>a</sup>	35.14 <sup>a</sup>
+Ca <sup>2+</sup> -M	10.31 <sup>a</sup>	13.84 <sup>a</sup>	18.44 <sup>a</sup>	22.29 <sup>a</sup>	25.54 <sup>a</sup>	29.09 <sup>a</sup>	32.10 <sup>a</sup>	35.20 <sup>a</sup>	37.67 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup> +M	10.27 <sup>a</sup>	13.69 <sup>a</sup>	18.11 <sup>a</sup>	21.44 <sup>a</sup>	24.81 <sup>a</sup>	27.13 <sup>a</sup>	30.48 <sup>a</sup>	32.44 <sup>a</sup>	35.39 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	11.92 <sup>a</sup>	16.17 <sup>a</sup>	21.68 <sup>a</sup>	25.72 <sup>a</sup>	29.09 <sup>a</sup>	33.11 <sup>a</sup>	36.30 <sup>a</sup>	39.06 <sup>a</sup>	41.65 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	11.15 <sup>a</sup>	14.39 <sup>a</sup>	19.00 <sup>a</sup>	22.55 <sup>a</sup>	25.49 <sup>a</sup>	29.10 <sup>a</sup>	31.31 <sup>a</sup>	33.66 <sup>a</sup>	35.74 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	10.67 <sup>a</sup>	14.23 <sup>a</sup>	18.95 <sup>a</sup>	22.95 <sup>a</sup>	25.98 <sup>a</sup>	29.83 <sup>a</sup>	32.64 <sup>a</sup>	36.01 <sup>a</sup>	38.40 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	9.99 <sup>a</sup>	13.43 <sup>a</sup>	17.99 <sup>a</sup>	21.46 <sup>a</sup>	24.83 <sup>a</sup>	26.84 <sup>a</sup>	30.63 <sup>a</sup>	32.70 <sup>a</sup>	35.49 <sup>a</sup>
+P +Ca <sup>2+</sup> +M	9.50 <sup>a</sup>	13.21 <sup>a</sup>	17.45 <sup>a</sup>	21.09 <sup>a</sup>	24.58 <sup>a</sup>	27.64 <sup>a</sup>	29.96 <sup>a</sup>	33.02 <sup>a</sup>	34.97 <sup>a</sup>
-P -Ca <sup>2+</sup> -M	8.17 <sup>a</sup>	11.15 <sup>a</sup>	15.36 <sup>a</sup>	20.13 <sup>a</sup>	22.25 <sup>a</sup>	25.28 <sup>a</sup>	28.80 <sup>a</sup>	31.73 <sup>a</sup>	34.54 <sup>a</sup>
+P -Ca <sup>2+</sup> +M	9.94 <sup>a</sup>	13.45 <sup>a</sup>	17.93 <sup>a</sup>	21.62 <sup>a</sup>	25.11 <sup>a</sup>	28.35 <sup>a</sup>	31.56 <sup>a</sup>	34.38 <sup>a</sup>	36.95 <sup>a</sup>
-P +Ca <sup>2+</sup> -M	10.56 <sup>a</sup>	13.96 <sup>a</sup>	18.23 <sup>a</sup>	21.42 <sup>a</sup>	24.79 <sup>a</sup>	27.41 <sup>a</sup>	30.34 <sup>a</sup>	32.18 <sup>a</sup>	35.29 <sup>a</sup>
C. V. (%)	20.13	20.34	18.54	17.94	17.72	16.17	16.87	15.54	15.45

P: poda; M: miel de abeja; +, -: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns, \*: no significativo, significativo con  $\alpha \leq 0.05$  respectivamente.

**Anexo 5.2.** Efecto de la poda de frutos y aspersiones foliares de  $\text{Ca}^{2+}$  y miel de abeja sobre el crecimiento del fruto en el jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivados en hidroponía e invernadero en 2008.

Factores			20	22	24	26	28	30	34	36	38	40
Poda			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P			39.67 <sup>a†</sup>	40.92 <sup>a</sup>	42.73 <sup>a</sup>	43.96 <sup>a</sup>	45.21 <sup>a</sup>	46.18 <sup>a</sup>	48.14 <sup>a</sup>	48.54 <sup>a</sup>	48.50 <sup>a</sup>	49.78 <sup>a</sup>
-P			37.33 <sup>a</sup>	38.27 <sup>a</sup>	39.75 <sup>a</sup>	41.75 <sup>a</sup>	45.27 <sup>a</sup>	42.73 <sup>a</sup>	44.54 <sup>a</sup>	45.18 <sup>a</sup>	45.76 <sup>a</sup>	46.64 <sup>a</sup>
Calcio			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>			38.74 <sup>a</sup>	39.74 <sup>a</sup>	41.37 <sup>a</sup>	42.96 <sup>a</sup>	43.89 <sup>a</sup>	44.40 <sup>a</sup>	46.44 <sup>a</sup>	47.12 <sup>a</sup>	47.69 <sup>a</sup>	48.03 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>			38.27 <sup>a</sup>	39.45 <sup>a</sup>	41.11 <sup>a</sup>	42.75 <sup>a</sup>	43.59 <sup>a</sup>	44.51 <sup>a</sup>	46.24 <sup>a</sup>	46.60 <sup>a</sup>	46.57 <sup>a</sup>	48.38 <sup>a</sup>
PodaXCalcio			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	+Ca <sup>2+</sup>		40.65 <sup>a</sup>	41.92 <sup>a</sup>	43.73 <sup>a</sup>	44.90 <sup>a</sup>	46.16 <sup>a</sup>	46.92 <sup>a</sup>	49.17 <sup>a</sup>	49.97 <sup>a</sup>	50.36 <sup>a</sup>	50.50 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>		38.70 <sup>a</sup>	39.92 <sup>a</sup>	41.73 <sup>a</sup>	43.03 <sup>a</sup>	44.26 <sup>a</sup>	45.43 <sup>a</sup>	47.11 <sup>a</sup>	47.10 <sup>a</sup>	46.65 <sup>a</sup>	49.05 <sup>a</sup>
-P	+Ca <sup>2+</sup>		36.83 <sup>a</sup>	37.56 <sup>a</sup>	39.02 <sup>a</sup>	41.03 <sup>a</sup>	41.61 <sup>a</sup>	41.87 <sup>a</sup>	43.70 <sup>a</sup>	44.26 <sup>a</sup>	45.03 <sup>a</sup>	45.56 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>		37.84 <sup>a</sup>	38.98 <sup>a</sup>	40.48 <sup>a</sup>	42.46 <sup>a</sup>	42.93 <sup>a</sup>	43.59 <sup>a</sup>	45.37 <sup>a</sup>	46.10 <sup>a</sup>	46.49 <sup>a</sup>	47.71 <sup>a</sup>
Miel			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+M			40.05 <sup>a</sup>	41.21 <sup>a</sup>	42.75 <sup>a</sup>	44.43 <sup>a</sup>	45.41 <sup>a</sup>	46.19 <sup>a</sup>	48.14 <sup>a</sup>	48.59 <sup>a</sup>	48.41 <sup>a</sup>	50.04 <sup>a</sup>
-M			36.96 <sup>a</sup>	37.98 <sup>a</sup>	39.73 <sup>a</sup>	41.28 <sup>a</sup>	42.07 <sup>a</sup>	42.72 <sup>a</sup>	44.53 <sup>a</sup>	45.12 <sup>a</sup>	45.85 <sup>a</sup>	46.37 <sup>a</sup>
PodaXMiel			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	+M		41.98 <sup>a</sup>	43.38 <sup>a</sup>	45.33 <sup>a</sup>	46.71 <sup>a</sup>	47.98 <sup>a</sup>	48.84 <sup>a</sup>	51.07 <sup>a</sup>	51.28 <sup>a</sup>	30.36 <sup>a</sup>	52.97 <sup>a</sup>
	-M		37.36 <sup>a</sup>	38.46 <sup>a</sup>	40.13 <sup>a</sup>	41.21 <sup>a</sup>	42.44 <sup>a</sup>	43.51 <sup>a</sup>	45.22 <sup>a</sup>	45.80 <sup>a</sup>	46.64 <sup>a</sup>	46.58 <sup>a</sup>
-P	+M		38.11 <sup>a</sup>	39.04 <sup>a</sup>	40.16 <sup>a</sup>	42.14 <sup>a</sup>	48.84 <sup>a</sup>	43.53 <sup>a</sup>	45.22 <sup>a</sup>	45.91 <sup>a</sup>	46.45 <sup>a</sup>	47.11 <sup>a</sup>
	-M		36.55 <sup>a</sup>	37.50 <sup>a</sup>	39.34 <sup>a</sup>	41.35 <sup>a</sup>	41.70 <sup>a</sup>	41.94 <sup>a</sup>	43.85 <sup>a</sup>	44.45 <sup>a</sup>	45.07 <sup>a</sup>	46.16 <sup>a</sup>
CalcioXMiel			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+Ca <sup>2+</sup>	+M		40.48 <sup>a</sup>	41.38 <sup>a</sup>	42.91 <sup>a</sup>	44.77 <sup>a</sup>	45.29 <sup>a</sup>	46.16 <sup>a</sup>	48.08 <sup>a</sup>	48.91 <sup>a</sup>	49.28 <sup>a</sup>	49.55 <sup>a</sup>
	-M		36.99 <sup>a</sup>	38.10 <sup>a</sup>	39.84 <sup>a</sup>	41.15 <sup>a</sup>	42.49 <sup>a</sup>	42.63 <sup>a</sup>	44.80 <sup>a</sup>	45.32 <sup>a</sup>	46.10 <sup>a</sup>	46.51 <sup>a</sup>
-Ca <sup>2+</sup>	+M		39.61 <sup>a</sup>	41.04 <sup>a</sup>	42.58 <sup>a</sup>	44.08 <sup>a</sup>	45.53 <sup>a</sup>	46.21 <sup>a</sup>	48.21 <sup>a</sup>	48.27 <sup>a</sup>	47.53 <sup>a</sup>	50.53 <sup>a</sup>
	-M		36.92 <sup>a</sup>	37.86 <sup>a</sup>	39.63 <sup>a</sup>	41.41 <sup>a</sup>	41.65 <sup>a</sup>	42.82 <sup>a</sup>	44.27 <sup>a</sup>	44.93 <sup>a</sup>	45.60 <sup>a</sup>	46.24 <sup>a</sup>
PodaXCalcioXMiel			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
+P	+Ca <sup>2+</sup>	+M	43.53 <sup>a</sup>	45.03 <sup>a</sup>	47.04 <sup>a</sup>	48.45 <sup>a</sup>	49.46 <sup>a</sup>	50.00 <sup>a</sup>	52.79 <sup>a</sup>	53.78 <sup>a</sup>	53.77 <sup>a</sup>	54.39 <sup>a</sup>
		-M	37.76 <sup>a</sup>	38.81 <sup>a</sup>	40.40 <sup>a</sup>	41.34 <sup>a</sup>	42.86 <sup>a</sup>	43.84 <sup>a</sup>	45.55 <sup>a</sup>	46.16 <sup>a</sup>	46.94 <sup>a</sup>	46.61 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	+M	40.43 <sup>a</sup>	41.74 <sup>a</sup>	43.62 <sup>a</sup>	44.97 <sup>a</sup>	46.50 <sup>a</sup>	47.67 <sup>a</sup>	49.35 <sup>a</sup>	48.77 <sup>a</sup>	46.96 <sup>a</sup>	51.55 <sup>a</sup>
		-M	36.96 <sup>a</sup>	38.11 <sup>a</sup>	39.85 <sup>a</sup>	41.09 <sup>a</sup>	42.02 <sup>a</sup>	43.19 <sup>a</sup>	44.88 <sup>a</sup>	45.44 <sup>a</sup>	46.34 <sup>a</sup>	46.56 <sup>a</sup>
-P	+Ca <sup>2+</sup>	+M	37.43 <sup>a</sup>	37.74 <sup>a</sup>	38.78 <sup>a</sup>	41.09 <sup>a</sup>	41.11 <sup>a</sup>	42.32 <sup>a</sup>	43.37 <sup>a</sup>	44.05 <sup>a</sup>	44.80 <sup>a</sup>	44.71 <sup>a</sup>
		-M	36.22 <sup>a</sup>	37.39 <sup>a</sup>	39.26 <sup>a</sup>	40.97 <sup>a</sup>	42.11 <sup>a</sup>	41.42 <sup>a</sup>	44.04 <sup>a</sup>	44.47 <sup>a</sup>	45.27 <sup>a</sup>	46.41 <sup>a</sup>
	-Ca <sup>2+</sup>	+M	38.80 <sup>a</sup>	40.35 <sup>a</sup>	41.54 <sup>a</sup>	43.20 <sup>a</sup>	44.57 <sup>a</sup>	44.74 <sup>a</sup>	47.07 <sup>a</sup>	47.78 <sup>a</sup>	48.11 <sup>a</sup>	49.51 <sup>a</sup>
		-M	36.89 <sup>a</sup>	37.61 <sup>a</sup>	39.42 <sup>a</sup>	41.73 <sup>a</sup>	41.29 <sup>a</sup>	42.45 <sup>a</sup>	43.67 <sup>a</sup>	44.42 <sup>a</sup>	44.87 <sup>a</sup>	45.92 <sup>a</sup>
C. V. (%)			14.66	14.70	14.92	14.90	14.81	13.86	14.65	14.52	15.56	14.35

P: poda; M: miel de abeja; +, -: con y sin respectivamente; C. V.: coeficiente de variación; †: valores con la misma letra son estadísticamente iguales; ns: no significativo.