

**Trabajo de Intensificación Profesional para optar al
grado de Ingeniero Agrónomo.**

Respuesta de la cultivar de tomate Green Zebra a la aplicación de fertilizantes orgánicos y sintéticos.

Alumno: Alejo Martínez Mora

Docente tutor: Mg. Sandra Baioni

Docentes Consejeros:
Lic. María Nélide Fioretti y
Dr. Pablo Marinángeli



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

2022

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, que me brindó la posibilidad de llevar a cabo esta experiencia valiosa en mi formación profesional y a todos los docentes que intervinieron en mi formación académica.

En especial, a la profesora Baioni, Sandra por aceptar ser mi docente tutora y acompañarme, por su dedicación y paciencia brindadas para realizar este trabajo.

A mis profesores consejeros, a la Licenciada Mariela Fioretti, por su colaboración, aportándome sugerencias para el desarrollo del trabajo y transmitiéndome experiencias, como también al Dr. Pablo Marinángeli por su ayuda con la corrección de mi tesina.

A mis padres Olga y Roberto, que me acompañaron incondicionalmente en toda la carrera, apoyándome en cada una de las decisiones que tomé. Sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

A mis hermanas Magalí y Ailén por ser parte, ayudándome con los trabajos de campo para esta tesina.

A mi querido perro Pachi, por su fidelidad y compañía.

A mis tíos José María y Daniel, mi tía Marta y mi primo Rodrigo por estar en todo momento.

A mis compañeros y amigos de cursada, que me brindaron la mejor compañía en todos estos años de estudiante.

A todos ellos les quiero decir gracias por ser parte de esta etapa tan linda y que tantos recuerdos me deja. Este logro también es parte de ustedes.

Crecimiento y desarrollo del tomate Green Zebra y su respuesta a fertilizantes orgánicos y sintéticos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Resumen	7
2. Introducción.....	8
2.1 ORIGEN DEL TOMATE	8
2.2. CULTIVO DEL TOMATE.....	8
2.2.1 CULTIVO DEL TOMATE EN ARGENTINA.....	9
2.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICO-BOTÁNICA.....	11
2.4. CULTIVARES	14
2.4.1 TOMATE GREEN ZEBRA	14
2.5 HÁBITOS DE CRECIMIENTO.....	15
2.6. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS DEL CULTIVO	16
2.6.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS EN LA REGIÓN PARA EL CULTIVO DE TOMATE	18
2.7 REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	18
2.7.1 PREPARACIÓN DEL SUELO	19
2.8. IMPLANTACIÓN.....	19
2.9 LABORES REQUERIDAS POR EL CULTIVO	20
2.10 MANEJO DE ENFERMEDADES.....	21
2.11 ASPECTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO.....	21
2.12. FERTILIZACIÓN	23
3. Objetivos.....	24
4. Materiales y métodos	24
5. Resultados y discusión	27
5.1. CRECIMIENTO EN ALTURA	27

5.2. FENOLOGÍA	28
5.3. COSECHA, CONCENTRACIÓN DE COSECHA Y RENDIMIENTOS	29
5.4. PESO.....	32
5.5. TAMAÑO DE FRUTOS.....	33
5.6. CIRCUNFERENCIA DE LOS FRUTOS	33
5.7. SANIDAD	34
5.8. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	35
6. Conclusión	36
7. Anexos fotográficos	37
8. Citas bibliográficas.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Exportaciones argentinas de tomate fresco o refrigerado. Periodo 2012-2016 en toneladas.....	9
Tabla 2. Temperaturas críticas de desarrollo	17
Tabla 3. Temperaturas óptimas para distintos estados de crecimiento.....	17
Tabla 4. Comparación de crecimiento en altura entre las parcelas fertilizadas y el testigo	28
Tabla 5. Comparación de inicio de floración y producción entre los distintos tratamientos	29
Tabla 6. Porcentaje de cuajado de racimos al 19-1-21	29
Tabla 7. Promedio de peso de frutos respecto de cada tratamiento	32
Tabla 8. Tabla comparativa de rendimientos.....	32
Tabla 9. Efecto de la fertilización sobre el tamaño del fruto.	33
Tabla 10. Tabla comparativa de rendimientos, costo de fertilizantes y ganancias	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de tomate en el mundo en el año 2021.....	8
Figura 2. Principales zonas productoras de tomate en Argentina.....	10
Figura 3. Principales tipos comerciales en el MCBA.....	11
Figura 4. Planta de tomate en estado juvenil correspondiente al ensayo e inflorescencia compuesta	12
Figura 5. Morfología del fruto de tomate	13
Figura 6. Racimo de frutos de Green Zebra	15
Figura 7. Frutos de <i>Solanum lycopersicum</i> cv. Green Zebra	24
Figura 8. Crecimiento de altura acumulado	27
Figura 9. Promedio crecimiento de altura semanal.	28
Figura 10. Cuaje de frutos de Green Zebra.	29
Figura 11. Número de frutos producidos por tratamiento	30
Figura 12. Concentración de la producción del ensayo segmentado por mes y por tratamiento	31
Figura 13. Frutos totales producidos por mes, incluyendo las 3 parcelas	31
Figura 14. Efecto de las distintas fertilizaciones sobre la circunferencia del fruto	33
Figura 15. Ninfa de <i>Dichroplus spp</i> presente en plantas del ensayo	34
Figura 16. Daños en lámina de hoja causado por arañuela roja (<i>Tetranychus telarius</i>).	34

1. RESUMEN

Green Zebra es una cultivar de tomate (*Solanum lycopersicum*) desarrollada por su creador Tom Wagner en el año 1983 en Everett, Washington, EE.UU; cuyo fruto se caracteriza por su color verde con rayas amarillas y su resistencia al agrietamiento. Para lograr esta nueva cultivar, se cruzaron otras cuatro, entre ellas la Evergreen, caracterizada por su fruto verde. En nuestro país está poco difundida y es escasamente utilizada en el mercado fresco e industrial, por lo cual es interesante evaluar sus condiciones de crecimiento y su respuesta a la fertilización.

El objetivo del presente trabajo fue: evaluar el crecimiento y desarrollo de la cultivar de tomate Green Zebra, así como sus respuestas morfofisiológicas a la fertilización orgánica con humus y con un fertilizante granulado de origen industrial.

En este estudio se observó que la aplicación de estos fertilizantes tuvo una respuesta poco significativa en la producción de biomasa y tamaño de frutos, que se incrementó en aproximadamente un 10% respecto del testigo. Sin embargo, la producción de tomates calculada por hectárea significó un incremento de 36,4% con el fertilizante químico y un 25,3% con el orgánico, lo que implicó un aumento en la rentabilidad de esta cultivar.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Origen del tomate

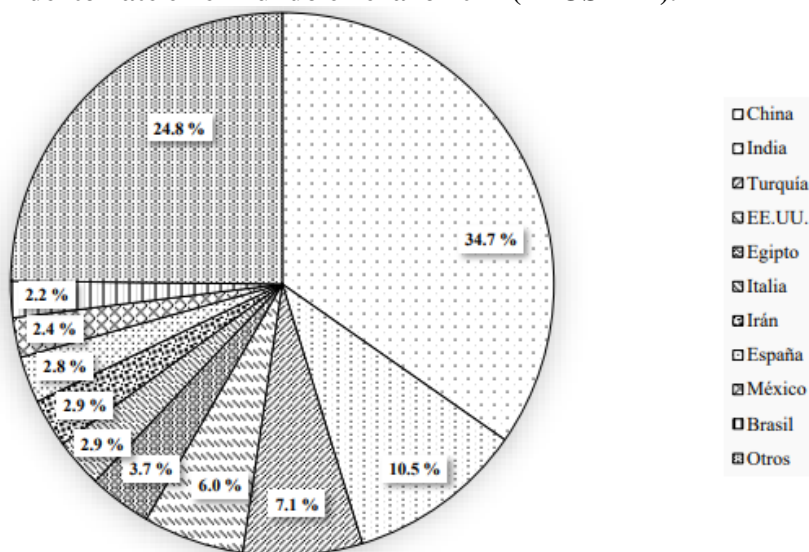
El tomate pertenece a la familia de las Solanáceas. Si bien existen 9 especies del género *Solanum*, sólo *Solanum lycopersicum* es cultivada comercialmente como hortaliza. Es originario de América, más específicamente de la zona andina de Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia y Chile, desde donde se extendió al resto de América central y meridional. Los españoles apreciaron rápidamente las cualidades organolépticas del tomate, que ya se consumía en México desde 700 años a.C. y su introducción en Europa se produjo en el siglo XVI¹.

2.2 Cultivo del tomate

El tomate es una de las especies vegetales de mayor importancia económica en el mundo, produciéndose más de 180.000.000 t al año, siendo destinada una parte para el consumo fresco y otra para la industria. La producción mundial de tomate está en constante incremento debido al aumento de las áreas destinadas para su cultivo y por el uso de tecnologías que permiten elevar los rendimientos (Díaz, 2014).

En la Figura 1 se puede observar que el principal país productor es China con aproximadamente el 35% de la producción total, seguido por India, Turquía, EE.UU. y Egipto, entre otros.

Figura 1. Producción del tomate en el mundo en el año 2021 (FAOSTAT).



¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_lycopersicum

2.2.1 Cultivo del tomate en Argentina

En nuestro país, el tomate es uno de los principales cultivos². Anualmente cerca de 1.200.000 t se recolectan y destinan principalmente al mercado fresco y la industria³. Argentina cuenta con distintas regiones en las que se desarrolla la actividad productiva, lo que asegura el aprovisionamiento continuo al mercado doméstico fresco, pudiendo recurrirse a importaciones desde países limítrofes en algunos momentos del año o ante situaciones climáticas desfavorables. Nuestro país exporta pequeñas cantidades de tomate para consumo fresco o refrigerado, cuyo destino principal es Paraguay (Tabla 1).

Tabla 1. Exportaciones argentinas de tomate fresco o refrigerado. Periodo 2012-2016 en toneladas.

PAIS DE DESTINO	2012	2013	2014	2015	2016	PROMEDIO
Brasil	333	519	153		43	262
Chile			100			100
Paraguay	4383	5214	5702	6402	5742	5488
Uruguay	127	364	851		410	438
OTROS	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4842	6097	6806	6402	6194	6068

Fuente: Indec, elaboración Magyp.

En 2002 el Censo Nacional Agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, estableció que en Argentina se destinaron algo más de 2961 ha para la producción de cultivos hortícolas bajo cubierta. De ellas, 1185 ha correspondieron a la producción de tomate, que representan el 40% de la superficie (Corvo Dolcet, 2005). Si bien el cultivo de tomate se produce en casi todo el país (la única excepción es la provincia de Santa Cruz), existe una fuerte concentración de la superficie cultivada en las provincias de Salta, Jujuy, Mendoza, San Juan y Buenos Aires (Figura 2).

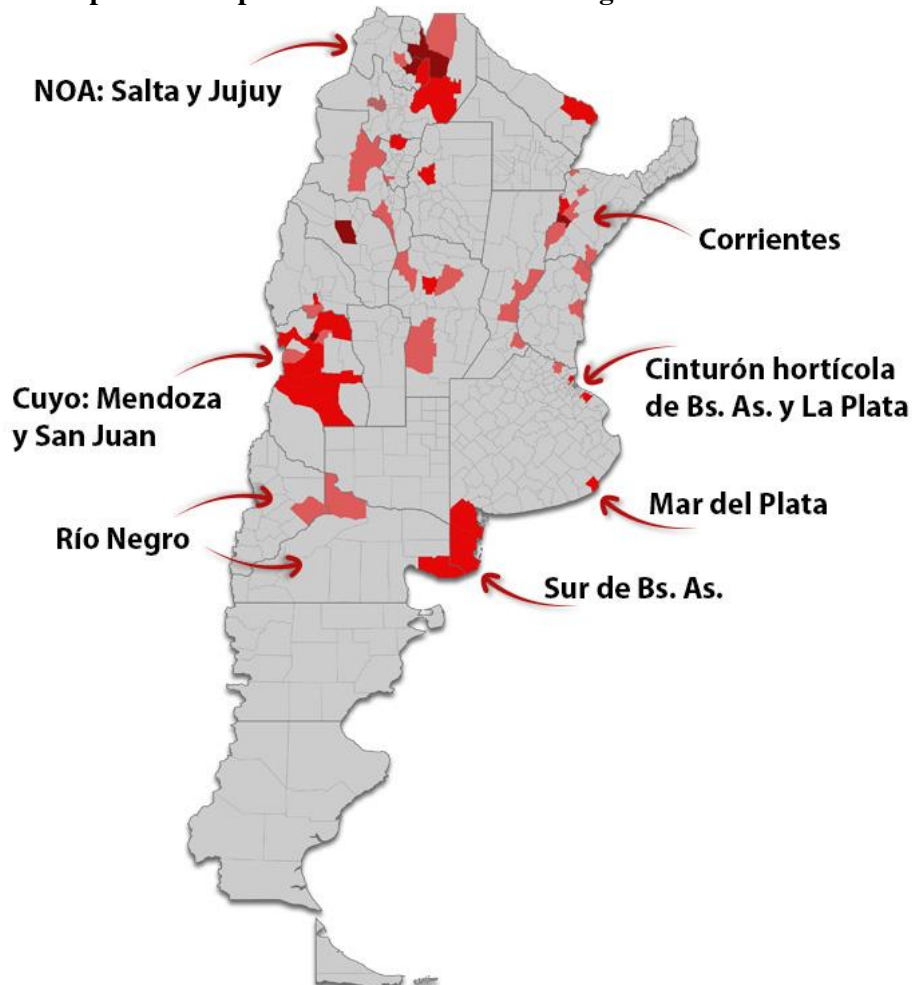
En el 2012 el Dr. Andrés López Camelo de INTA Balcarce, estimó una superficie cubierta con invernaderos en las provincias de Corrientes, Jujuy, Salta y la zona del gran Buenos Aires de 5102 ha. Si a estas se le sumara el área de Mar del Plata podría alcanzarse fácilmente las 6000 ha.

http://www.idr.org.ar/wp-content/uploads/2012/08/InformeTomate_hasta2012-13_docx.pdf.2

³ <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/magyp-informe-tomate-diciembre-2020.pdf>

En la actualidad, se estima que hay cerca de un 20 % más de superficie cubierta, superando las 7.200 ha, con una distribución proporcional de las especies cultivadas bajo cubierta de 80 % de hortalizas y 20 % de flores (Castro, 2019).

Figura 2. Principales zonas productoras de tomate en Argentina

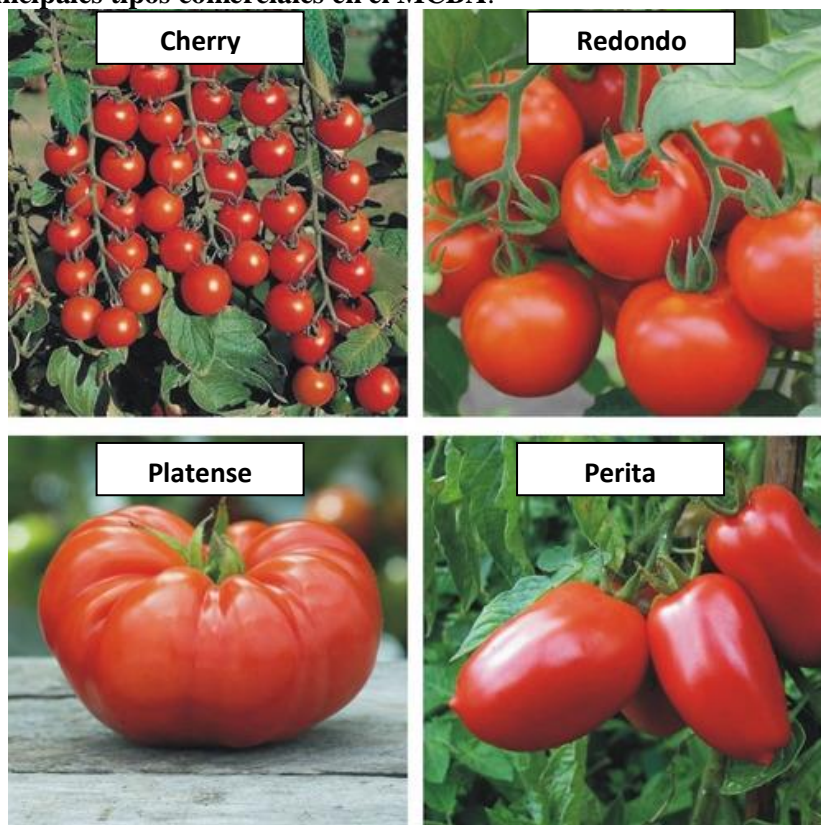


Según el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) se cultivan 17.000 ha de tomate (10.500 ha para mercado fresco y 6.500 ha para industria) lo que representa alrededor del 6% de la superficie total de hortalizas cultivadas. En nuestro país se producen aproximadamente 1.200.000 t de tomate, de las cuales 650.000 t (54%) son comercializadas para consumo fresco. Durante el año 2017 la oferta de tomates frescos que se comercializó en el MCBA fue de 117.569 t. El consumo de tomate alcanza unos 24 kg por persona por año, de los cuales 9 kg son industrializados (salsas, conservas, jugos, deshidratado, etc.) y el resto, 15 kg, se consumen en estado fresco.

La mayoría de las cultivares de tomate utilizadas en Argentina son híbridas. Según el tamaño y forma de los frutos, se consideran tres principales tipos comerciales: redondo

(incluye los denominados tomates larga vida), perita y cherry (Figura 3). En el período 2006-2014 la participación promedio de cada tipo comercial en la oferta del MCBA fue de 62,1 % para el redondo y platense, 33,6 % para el tipo perita y 4,2 % de cherry⁴.

Figura 3. Principales tipos comerciales en el MCBA.



2.3 Descripción morfológico-botánica

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, y puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Posee un sistema radicular compuesto por una raíz principal, raíces secundarias y adventicias. El tallo principal tiene un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias (Figura 4). En la parte distal se encuentra el meristema apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Nuez, 1986).

⁴

https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/archivos/000030_Informes/000994_Informe%20del%20Mercado%20Externo%20del%20Tomate%20-%202017.pdf.

Figura 4. Izquierda: Planta de tomate en estado juvenil correspondiente al ensayo. Derecha: Inflorescencia compuesta.



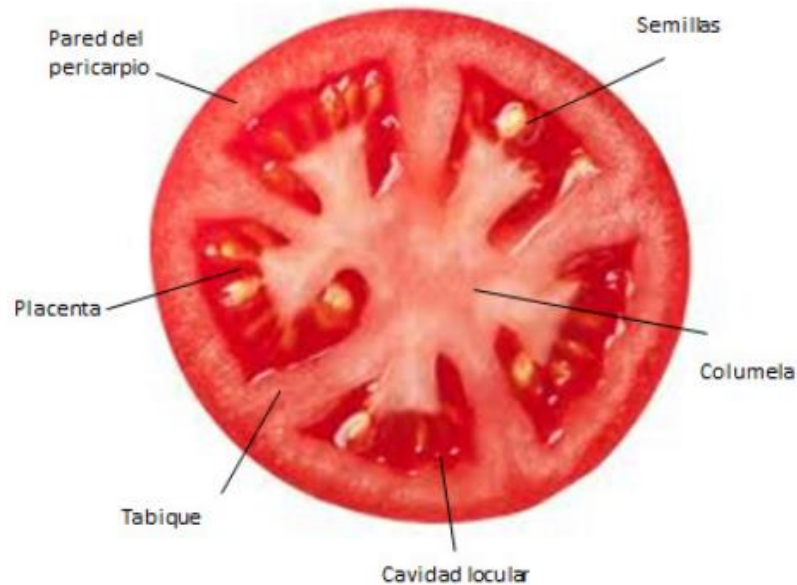
Consta de hojas compuestas e imparipinnadas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo. Por fuera del mesófilo o tejido parenquimático se ubica la epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal y otros secundarios y terciarios (Nuez, 1986).

Su flor tiene 5 o más sépalos, igual número de pétalos, de color amarillo y dispuestos en forma helicoidal. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso. Es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada, dando lugar a una inflorescencia compuesta. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Nuez, 1986).

El fruto es una baya bi o plurilocular, que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos mg y 600 gr en función de la cultivar y las condiciones de desarrollo. Se requieren de 3 a 4 meses desde el momento de la siembra para producir el primer fruto

maduro (Freeman *et al.*, 2015). Las bayas están constituidas por el pericarpio, tejido placentario y las semillas. El pericarpio está compuesto por la pared externa, paredes radiales o septos que separan los lóculos y la pared interna. El fruto está compuesto por un exocarpo o piel, un mesocarpo parenquimático y un endocarpo que rodea a los lóculos (Nuez, 1986). Un fruto normal posee al menos dos lóculos. Estos contienen a las semillas, rodeadas por una masa gelatinosa de células parenquimatosas (Figura 5).

Figura 5. Morfología del fruto de tomate.



El crecimiento del fruto se ajusta a una curva sigmoidea simple que puede dividirse en tres etapas. El primer período (fase exponencial), de crecimiento lento, dura 2 ó 3 semanas y cuando termina el peso del fruto es inferior al 10% del peso final. El segundo período (fase lineal), de crecimiento rápido dura 3 a 5 semanas, alcanzando al final de esta etapa la madurez fisiológica (Hartz *et al.*, 2015). La última etapa, de crecimiento casi nulo, dura aproximadamente 2 semanas, en la que el aumento de peso del fruto es pequeño, se producen cambios metabólicos característicos de la maduración. El tamaño final que alcanza el fruto está estrechamente relacionado con el número de semillas y lóculos. El número de semillas varía entre 50 y 200, dependiendo de la cultivar y de las condiciones del cultivo (Nuez, 1986).

Cabe destacar que el fruto del tomate es climatérico, lo que significa que puede madurar separado de la planta, luego de la madurez fisiológica. Es fundamental este

concepto en los sistemas de cosecha, comercialización y de la conservación en poscosecha de frutos.

2.4 Cultivares.

Las cultivares de tomates varían en tamaño y forma, desde el pequeño tomate cherry hasta el tomate Beefsteak, de gran tamaño. La mayoría produce frutos rojos, pero también existen frutos de color amarillo, naranja, rosado, púrpura, verde o blanco, pudiendo encontrarse frutos multicolores y rayados. Se pueden citar como ejemplos los tomates de colores poco comunes a los Raf, Roma, Kumato, Golden Boy, Mutxamel, Corazón de Buey y Green Zebra.

En nuestro país, las cultivares comerciales corresponden a platense, perita y cherry, ya sean puras o híbridas. Éstas se cultivan para su consumo fresco, industrialización, conservas o uso gourmet. En Argentina la producción de la cultivar Green Zebra está poco difundida y su conocimiento es escaso, es por ello que resulta de interés analizar su performance.

2.4.1 Tomate Green Zebra

Green Zebra es considerado como una cultivar dado que es un tomate que ha sido seleccionado artificialmente mediante cruzamiento de otras variedades y que posee unos caracteres resultantes que son distintivos, uniformes y estables, cumpliendo así con la definición del Código Internacional de Plantas Cultivadas (Brickell *et al.*, 2009).

Este tomate de rayas verdes y amarillas fue creado por Tom Wagner en Estados Unidos a partir del cruce de otras cuatro cultivares. El Green Zebra, apareció por primera vez en 1983 en el catálogo Tater Mater Seeds. Wagner fundó su propia casa del tomate Green Zebra y la chef Alice Waters fue quien popularizó esta cultivar en Chez Panisse, un afamado restaurante del estado de California que utiliza alimentos locales, de tipo gourmet.

La planta es robusta, da frutos redondos de tamaño mediano desde la segunda quincena del mes de enero en el hemisferio sur y desde mediados del mes de julio en el hemisferio norte. Es de crecimiento determinado, alto rendimiento y resistente a

fisiopatías. Tiene una piel fina poco propensa a agrietarse ⁵. Sin embargo no es un fruto que dure muchos días sin perder calidad organoléptica. Cuando está inmaduro, el fruto tiene rayas de color verde claro que luego se vuelven de color amarillo dorado al estado de madurez (Figura 6). El sabor de esta cultivar es único, pues tiene un sabor aromático, dulce y afrutado. Posee una ligera acidez propia de las cultivares verdes. Si bien es posible obtener un fruto más dulce dejándolo en la planta durante más tiempo, puede que éste se vuelva más arenoso.

Figura 6. Racimo de frutos de Green Zebra.



Como la mayoría de las cultivares de tomates, Green Zebra presenta autogamia. Esto significa que el grano de polen fecunda a la misma flor, por lo que se obtienen semillas que darán plantas idénticas a las anteriores.

2.5 Hábitos de crecimiento

El hábito de crecimiento está dado por el tipo de ramificaciones de las plantas, y en base a ello se reconocen dos grandes grupos de cultivares: las de crecimiento indeterminado y las de crecimiento determinado. El primer grupo se caracteriza por tener un ápice vegetativo con dominancia, que le confiere crecimiento continuo al tallo o eje principal. Se identifican fácilmente, ya que presentan un racimo floral cada tres

⁵ <https://lahuertadelosrobles.wordpress.com/2015/03/07/tomate-verde-cebra-aprendizaje-de-la-anticipacion/>

hojas y un crecimiento radial amplio. Las plantas de este grupo son las que más se usan para la producción de tomates en invernáculo⁶.

En las cultivares de crecimiento determinado las yemas terminales siempre terminan en una inflorescencia. Estas plantas se identifican porque presentan un racimo floral cada dos hojas. Green Zebra se encuentra dentro del grupo de tomates con crecimiento determinado.

2.6 Exigencias climáticas del cultivo

El crecimiento y desarrollo del tomate dependen marcadamente de las condiciones del clima y el suelo (Gómez *et al.*, 2010). El manejo racional de los factores edafoclimáticos en forma conjunta es fundamental para el éxito del cultivo (Jaramillo *et al.*, 2007).

El tomate es una planta razonablemente tolerante al calor y la sequía. La temperatura es uno de los principales factores ambientales que afectan la eficiencia de la fotosíntesis y la tasa de crecimiento y con ello al rendimiento de estos cultivos (Marotto Borrego, 2008).

En tal sentido, el cultivo se desarrolla bien en climas con temperaturas de entre 18 y 26°C, aunque crecen mejor con temperaturas promedio mensuales de 21 a 24°C. Las temperaturas elevadas (>35°C) afectan el desarrollo general de la planta, el desarrollo de óvulos, la polinización, el cuajado, el crecimiento de los frutos y su calidad. Las altas temperaturas asociadas con una elevada humedad relativa son condiciones predisponentes para las enfermedades del follaje. Además, si las temperaturas elevadas se combinan con vientos secos, se favorece la abscisión floral. Por su parte, las bajas temperaturas pueden afectar la permeabilidad de las membranas y la fotosíntesis. Si la intensidad o duración de las bajas temperaturas son limitadas, estos procesos pueden recuperar sus valores normales; de lo contrario son afectados en forma irreversible (Marotto Borrego, 2008). Las plantas se congelan a temperaturas por debajo de 0°C (Tabla 2).

El tomate no es sensible a la duración del día; fructifica con fotoperíodos de 7 a 19 horas. De todos modos la intensidad lumínica es un factor importante, puesto que afecta al crecimiento de las plantas al modular la fotosíntesis (Gómez *et al.*, 2010).

⁶ https://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_lycopersicum

Tabla 2. Temperaturas críticas de desarrollo (Peinado, 2020).

TEMPERATURA (°C)	REQUERIMIENTO/EFEECTO
-2	Se hiela
10-12	Detiene su desarrollo
20-24 10	Desarrollo: Mayor Mínimo
25-30 35	Germinación: Óptima Máxima
18	Nacimiento
- 18-21 13-16	Desarrollo: Día Noche
15-22	Floración
12 20-24 34	Temperatura suelo: Mínima Óptima Máxima

Tabla 3. Temperaturas óptimas para distintos estados de crecimiento. (Peinado, 2020)

Especie	Estados	Temperatura diurna (°C)	Temperatura nocturna (°C)
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Crecimiento	18-20	15
	Floración	22-25	13-17
	Fructificación	25	18

Este cultivo necesita condiciones de muy buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización y maduración de los frutos pueden verse significativamente afectados (Casanova *et al.*, 2007). En la Tabla 3, se representan las condiciones ideales de temperaturas diurnas y nocturnas para el crecimiento y desarrollo del tomate.

La humedad relativa es considerada otro factor climático de alta incidencia en la productividad y calidad de frutos del tomate. Los valores más favorables para su desarrollo se consideran en el rango 50- 70%. Por encima de estos valores se dificulta la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortan parte de las flores, y puede favorecer el desarrollo de enfermedades. Niveles muy bajos de humedad favorecen la evapo-transpiración, lo que incrementa los requerimientos de riego. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Nuez, 1986).

2.6.1 Condiciones climáticas en la región para el cultivo de tomate

El cultivo del tomate al aire libre en la región de Bahía Blanca se realiza durante los meses de septiembre hasta abril, ya que el clima es templado y con estaciones bien diferenciadas. La temperatura media anual es de 15,1°C, con una media de 23,3 °C en enero y de 7,3°C en el mes de julio. El período libre de heladas abarca desde diciembre hasta febrero y el promedio de días con heladas es de 35. Junio, julio y agosto son los meses de mayor probabilidad de ocurrencia de heladas.

En cuanto a precipitaciones, el promedio anual pluviométrico es de 613 mm, y las estaciones con mayor ocurrencia de lluvias son otoño y primavera. La mayor variabilidad en las precipitaciones se registra en invierno, siendo también ésta la estación más seca con un promedio de 84,4 mm. Según el balance hídrico climático de Thornthwaite, el tipo climático de la región se define como sub-húmedo seco con nulo exceso de agua (Del Barrio, 2016).

2.7 Requerimientos edáficos

La primera consideración en el cultivo del tomate es la selección del campo con el fin de reducir potenciales problemas que puedan presentarse con posterioridad. En la medida de lo posible, la uniformidad de suelos también es recomendable y además el terreno debe presentar un buen drenaje.

El tomate se cultiva en suelos variados desde arenosos hasta arcillosos. Los suelos más adecuados para el cultivo de tomate son aquellos que poseen una buena estructura y un buen drenaje superficial e interno (Casanova *et al.*, 2007). Puede desarrollarse en suelos con un rango bastante amplio de pH. No obstante, se ha descrito que el pH del suelo más adecuado debe ser levemente alcalino (Jaramillo *et al.*, 2007), por lo que de ser necesario, puede encalarse para elevar el pH. Los suelos pobres en materia orgánica se pueden mejorar mediante la aplicación de estiércol o materia orgánica y con la incorporación de abonos verdes.

Los suelos de la región fueron formados a partir de sedimentos jóvenes, de origen eólico y de textura gruesa (Loess). La textura de estos suelos varía desde arenosa franca hasta franco arenosa.

2.7.1 Preparación del suelo

El acondicionamiento de los suelos en profundidad es clave para facilitar el buen desarrollo de las raíces, sobre todo si son suelos que tienden a compactarse. También se aconseja incorporar material orgánico (guano o verdeos) en la cama. Esta actividad se realiza el mes previo al trasplante. En los suelos que han sido fuertemente abonados durante los últimos años o cuando el contenido de materia orgánica del suelo es alta, se debe tener cuidado en la aplicación de estiércol debido a su tendencia a producir un crecimiento vegetativo excesivo a expensas de la producción de frutos. A continuación pueden realizarse varias pasadas de rastra de disco para dejar la superficie mullida, antes de preparar los surcos y bordos según el sistema de cultivo elegido. La preparación final de la tierra debe hacerse justo antes de fijar las plantas (Castagnino, 2008).

2.8 Implantación

El cultivo de tomate puede iniciarse de dos maneras, una de ellas es la siembra tradicional en la que se coloca la semilla en el suelo, otra, comenzando el cultivo a partir de plantines, los que luego se llevarán al terreno definitivo, operación a la que se denomina trasplante, siendo esta última la más utilizada. Esta práctica se desarrolla en sistemas de cultivos intensivos para la planificación de siembras y ganancia de tiempo, llevando a campo plantas con estructuras bien formadas. La decisión de trasplante o siembra directa es una cuestión de economía, selección de campos, tipo de suelo, y localidad. Algunas ventajas de la siembra directa son: el menor costo, menor posibilidad de introducir enfermedades y mayor flexibilidad de tiempo para plantar (Ullé, 1998).

Una vez que se realiza el trasplante, los tomates deben ser plantados en el centro de la cama, lo más plana posible. Esto permite un mejor drenaje si hubieran fuertes lluvias, favoreciendo las labores culturales y de cosecha (Marotto Borrego, 2008). El tiempo para establecer plantas de tomate depende del clima y de las condiciones del suelo. Se ha descrito que cuando las temperaturas del suelo alcanzan 14 °C o más por 3 días consecutivos, las plantaciones pueden comenzar (Gould, 1991).

El número de días desde la emergencia a la cosecha dependerá de la cultivar con la que se trabaje. En el caso de emplearse trasplantes, los mismos deben realizarse lo antes posible después de cualquier amenaza de heladas. Sólo deben utilizarse plantines vigorosos y bien desarrollados ya que las plantas son sometidas a golpes fuertes cuando

se trasplantan, incluso bajo las condiciones más favorables. Cualquier esfuerzo por ayudar en su restablecimiento se reflejará en el mejor desarrollo de la planta y en una mayor precocidad (Freeman *et al.*, 2015).

Es importante que los plantines sean de la cultivar deseada y se encuentren libres de nematodos, enfermedades, insectos y heridas. Si por algún motivo deben almacenarse, es preferible hacerlo a una temperatura de 10-13 °C (Gould, 1991).

Cuando sea posible, el trasplante se debe hacer cuando la temperatura sea moderada. En el caso de plantas a raíz desnuda antes de retirar las plantas de la cama, el suelo en que crecen debe ser regado a profundidad. Las raíces deben protegerse de la exposición directa al sol y de los vientos secos.

2.9 Labores requeridas por el cultivo

El tutorado o conducción es una técnica que busca solucionar básicamente cuatro inconvenientes principales:

- disminuir el contacto con el suelo y consecuente contaminación de los frutos, producto del alto peso que presentan en cultivares híbridas.
- evitar las curvaturas y/o quiebre de ramas por el peso de los frutos.
- reducir el descalce de plantas.
- facilitar la aireación de las plantas, aplicación de productos y cosecha de frutos.

La forma de hacerlo es generalmente con la utilización de elementos que se aten a la planta, o simplemente que se dispongan de manera que la planta se apoye. De esta forma las plantas cuentan con un soporte físico que les permite mantener una cierta dirección de crecimiento y porte (Marotto Borrego, 1990).

La labor de aporque tiene como fin la formación de un lomo que cubra la base del tallo o cuello, de manera que el agua no lo moje. Con esto se evita el desarrollo de enfermedades y otros problemas aparejados.

La poda es una práctica que no se utiliza mucho en cultivo bajo invernadero. En algunos casos solo se hacen algunas podas de limpieza junto con pequeños raleos, de manera de mejorar la aireación del cultivo. Tiene como propósito lograr un balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo. Asimismo, optimiza el espacio y reduce problemas sanitarios, obteniendo mayor precocidad, entre otros. Los sistemas que se

usan son variados, pero en esencia responden a dos criterios: dejar la producción en ramas laterales o en el eje principal (Castagnino, 2008).

Cuando se presenta un crecimiento vegetativo en exceso (también denominado “vicio”), es conveniente eliminar ramificaciones que puedan estar perjudicando la aireación, logrando un mejor cuajado de frutos.

Otra de las labores más frecuentes es el control de malezas. Las malezas pueden ser controladas por métodos mecánicos y mediante el uso de productos químicos. Es de vital importancia no dejar que éstas avancen ya que pueden competir con el cultivo por espacio, luz, agua y nutrientes, con lo que el cultivo se verá afectado con una merma en los rendimientos (Ugás *et al.*, 2000).

2.10 Manejo de enfermedades

Algunas de las enfermedades más comunes son causadas por hongos, tales como marchitamiento por *Fusarium*, tizón temprano, antracnosis, pudrición de la fruta, y el tizón tardío. Otras, como la pudrición blanda bacteriana, pueden ser favorecidas por la fertilización nitrogenada excesiva. Si bien los programas de control de enfermedades son variados, existen algunas medidas generales a considerar (Gould, 1991):

- ✓ los restos de cultivo deben eliminarse o enterrarse tan pronto como sea posible después de la cosecha para reducir las fuentes de inóculo.
- ✓ deben utilizarse semillas o plantines certificados libres de enfermedades.
- ✓ la rotación de cultivos es una práctica recomendable para minimizar las enfermedades, pero no deben incluir pimiento o berenjena puesto que estos cultivos comparten muchas enfermedades con el tomate.
- ✓ realizar aplicaciones químicas sólo en caso de ser necesarias.

2.11 Aspectos nutricionales del cultivo

Entre los nutrientes más importantes para el desarrollo satisfactorio del tomate se encuentran el nitrógeno, fósforo, y potasio. Otros nutrientes importantes son el calcio, magnesio, azufre y oligoelementos. La fertilización nitrogenada debe ser adecuada para producir suficiente follaje que proteja la fruta de la exposición del sol (Nuez, 1986).

El nitrógeno influye en gran medida en el tiempo de madurez (Marotto Borrego, 2008). Si el cultivo tiene demasiado nitrógeno fácilmente disponible a principios de la temporada, es probable que vegete demasiado retrasándose la maduración del fruto. Contrariamente, si las plantas carecen de este elemento su crecimiento se limita y el follaje se torna amarillo. Además, las aplicaciones de nitrógeno en etapas avanzadas del cultivo deben evitarse.

El fósforo es fundamental dado que influye en la calidad de la fruta de varias maneras. En primer lugar, estimula un crecimiento vigoroso de la raíz, que representa una mejor utilización de nutrientes en el suelo. En segundo lugar, aumenta la eficiencia de la planta por la promoción de un tallo robusto y un follaje sano (Freeman, 2015). La buena disponibilidad de fósforo desde inicios del cultivo estimula el crecimiento, aumentando la floración temprana. Generalmente, los suelos tienen una gran reserva de fósforo, pero sólo una pequeña parte está disponible.

La planta de tomate absorbe y utiliza una gran cantidad de potasio. El contenido en la hoja es mayor durante la etapa vegetativa de la planta (de 3 a 4%), y luego disminuye durante la fructificación (Nuez, 1986). Se ha sugerido que los niveles de potasio en hoja deben permanecer por encima del 2% durante el crecimiento de la planta. Cada tonelada de tomate contiene unos 3 kg de potasio. El potasio es importante en la regulación de la apertura y cierre estomático. Asimismo, se requiere en el metabolismo de hidratos de carbono y traslocación y como contra-ión de aniones como el citrato y el malato. La deficiencia de potasio favorece la abscisión de frutos y puede afectar la acumulación de licopeno (pigmento rojo) y la expansión de los frutos.

El calcio y el magnesio resultan importantes en el metabolismo energético y en la estructura de las paredes celulares como co-factores y señalizadores intracelulares. El magnesio forma parte de la molécula de clorofila. Otros elementos necesarios para el normal crecimiento y desarrollo son el hierro, boro, manganeso, cobre y zinc, casi todos componentes enzimáticos (Gould, 1991).

2.12 Fertilización

El negocio del tomate implica grandes inversiones para obtener alta productividad con buena calidad del fruto, las cuales se logran mediante una correcta fertilización del cultivo (Jaramillo *et al.*, 2007).

La aplicación de los fertilizantes con nitrógeno, fósforo y potasio se realiza en bandas y a un lado de la hilera de plantas, siendo incorporados cuando se realiza el aporque en el suelo con humedad a capacidad de campo. La primera aplicación del fertilizante deberá incluir una tercera parte del nitrógeno y potasio junto con todo el fósforo y se debe hacer en el primer aporque, aproximadamente a los 10 días después del trasplante. Los 2/3 del nitrógeno y potasio restantes serán fraccionados durante el segundo y tercer aporque. Estas aplicaciones se realizan a intervalos de 2-3 semanas, de acuerdo al desarrollo del cultivo dependiendo de las condiciones ambientales (Jaramillo *et al.*, 2007).

Las dosis de fertilización convenientes para este cultivo son:

- **Nitrógeno:** en promedio se utilizan cerca de 140 kg/ha (3 bolsas de urea).
- **Fósforo:** se aplican dosis entre 150-180 kg/ha (entre 3 a 4 bolsas de fosfato diamónico). El total es suministrado junto con la primera aplicación del nitrógeno y potasio.
- **Potasio:** se recomienda la aplicación de 300 a 350 kg/ha (se utilizan entre 6 a 7 bolsas de sulfato de potasio).

3. OBJETIVO

Evaluar el crecimiento y desarrollo del tomate Green Zebra, así como sus respuestas morfo-fisiológicas a dos tipos de abono: líquido de origen orgánico a base de humus y otro granulado de producción industrial.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante el período comprendido entre el 14 de septiembre de 2020 y el 27 de marzo de 2021 en una parcela de la localidad de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina, ubicada según las coordenadas geográficas 38°.69 S, 62°.22 O a una altitud de 70 msnm.

Se utilizó como material vegetal la cultivar de tomate Green Zebra (Figura 7), caracterizada por un crecimiento determinado y una duración del ciclo vegetativo de entre 90-110 días. Las semillas fueron obtenidas comercialmente de la marca Arcoiris, de origen italiano. La siembra se hizo en bandejas almacigueras durante el mes de septiembre y se trasplantó a un suelo de tipo franco luego de 60 días. El ensayo se realizó en una parcela de 1,2 m de ancho por 4,5 m de largo, resultando en un área total de 5,4 m². La misma se dividió en 3 partes iguales de 0,4 m de ancho por 4,5 m de largo, resultando así en un área de 1,8 m² en cada subparcela a fin de llevar a cabo los tratamientos de fertilización.

Figura 7. Frutos de *Solanum lycopersicum* cv. Green Zebra.



En el ensayo se aplicaron tres tratamientos:

- ✓ **T1**=Control
- ✓ **T2**=Fertilización con humus líquido de lombriz marca Lombrizur con una dosis de 10cm³/100cm³ de agua por planta cada 14 días.
- ✓ **T3**=Fertilización con Nitrofoska con una dosis de 15 g por planta cada 14 días.

El humus líquido es un fertilizante orgánico obtenido a partir de la acción realizada por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) sobre la materia orgánica disponible. Es de color pardo oscuro y sin olor, que contiene nitrógeno, potasio y fósforo en cantidades que oscilan entre 0,7- 7,9 mg/l, además de tener microelementos tales como: zinc, magnesio, hierro, bromo, cobre y compuestos orgánicos que actúan como estimuladores de crecimiento. Su pH es prácticamente neutro (entre 6,5 y 7,5) y contiene abundante flora bacteriana (miles de millones de colonias por gr. de producto).⁷

Nitrofoska®⁸ es un fertilizante complejo a base de NPK (12-11-18) con sulfato de potasio, magnesio y micronutrientes, sin cloruro de potasio (KCl). Se emplea en la fertilización de fondo y de cobertura en cultivos sensibles al cloruro y en suelos con alto contenido de sales, usándose en la horticultura en cultivos en invernaderos y al aire libre. Contiene además 5 % de calcio (CaO) así como trazas de cobre (Cu), manganeso (Mn) y molibdeno (Mo) provenientes de las materias primas minerales empleadas (minerales con fosfato (PO₄³⁻) y con óxido de potasio (K₂O)).

La frecuencia de riego en la parcela fue cada dos días en estadíos juveniles, y en adultez cuando no ocurrieron precipitaciones el riego se realizó cada 6 días. En el ensayo no se aplicó ningún producto fitosanitario.

Se realizaron mediciones para determinar: altura (cm) , número de frutos por planta, concentración de la producción, peso fresco (grs), largo y ancho de los frutos (cm) y estimación del rendimiento (t/ha). También se realizó un seguimiento fenológico de las plantas.

El control de malezas durante todo el ensayo se realizó en forma manual. Respecto a la presencia de insectos se detectó la aparición de tucuras (*Dichroplus spp*), arañuela

⁷ https://www.lombec.com/producto_humus_de_lombriz.html

⁸ https://eurochemagro.com/uploads/page/folletos/nitrofoska_especiales.pdf

roja (*Tetranychus telarius*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) durante el mes de febrero, incrementando su incidencia durante el mes de marzo.

Dado que el cultivo se encontraba en estados muy avanzados se optó por no realizar aplicación de terapicos.

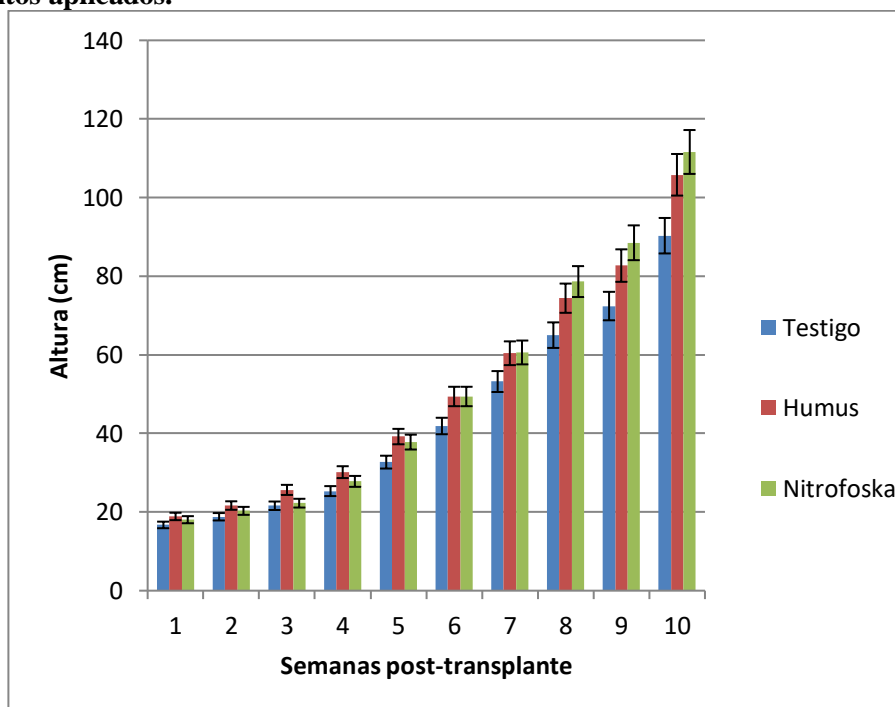
Para el análisis de los datos se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) y comparación de medias LSD Fisher ($p < 0,05$). Estos análisis se llevaron a cabo con el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2017).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Crecimiento en altura

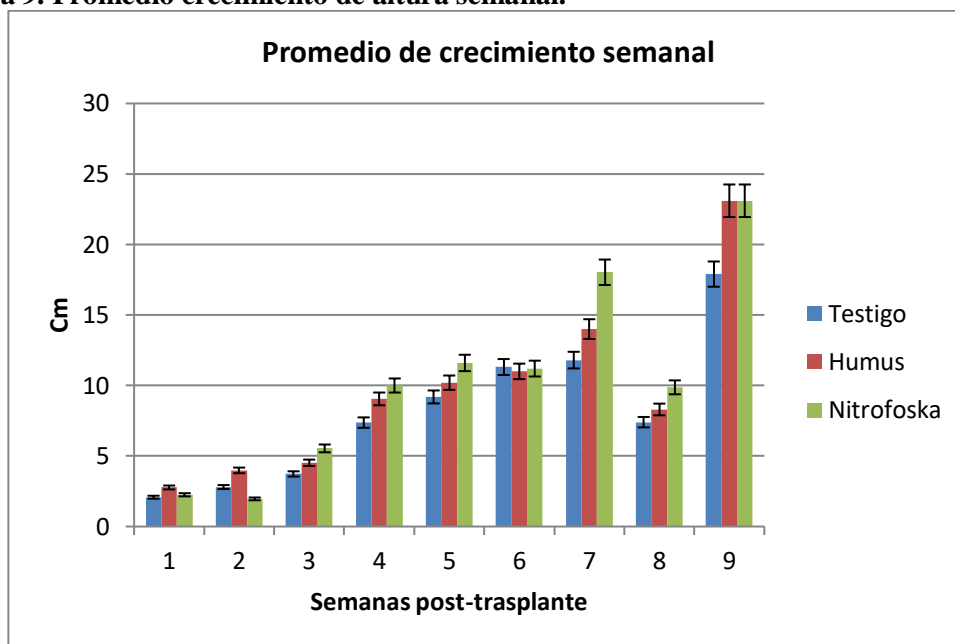
El crecimiento de las plantas se evaluó midiendo la altura (cm) a lo largo de 10 semanas posteriores al trasplante (Figura 8). Durante las primeras seis semanas las plantas de la parcela fertilizada con humus líquido tuvieron un crecimiento ligeramente mayor con respecto a las parcelas control y con aplicación de Nitrofoska. Además, en la parcela fertilizada con humus se observó durante las primeras semanas una respuesta más rápida que en aquella tratada con Nitrofoska. Es posible que, al ser este último un fertilizante granulado, haya demorado más tiempo para que la planta lo asimilara. Sin embargo, a partir de la octava semana del trasplante, la altura de las plantas fertilizadas con Nitrofoska superó a las del tratamiento con humus (5,89%) y al control (23,59%), siendo una diferencia poco significativa.

Figura 8. Crecimiento de altura (cm) acumulado de plantas de tomate Green Zebra en los tratamientos aplicados.



Al finalizar la evaluación del crecimiento, las plantas fertilizadas con Nitrofoska registraron valores promedios ligeramente mayores en comparación con las plantas de las otras parcelas (Figura 9).

Figura 9. Promedio crecimiento de altura semanal.



La altura al finalizar el ensayo presentó un 23,59% de incremento en la parcela fertilizada con Nitrofoska respecto del control, mientras que la fertilización con humus la incrementó en un 17,7%. Entre ambas parcelas fertilizadas se observó una ligera diferencia de 5,89% a favor del Nitrofoska (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación del crecimiento en altura entre las parcelas fertilizadas y el testigo.

Comparación entre tratamientos	% diferencia +
Testigo vs humus	17,7 % a favor de humus
Testigo vs Nitrofoska	23,59 % a favor de Nitrofoska
Humus vs Nitrofoska	5,89 % a favor de Nitrofoska

5.2 Fenología

El efecto de la fertilización con humus sobre la floración fue notorio siete días después del comienzo del tratamiento. Se observó un adelanto en la floración, iniciando el 29/11/20, 14 días antes que el control. En el tratamiento con Nitrofoska, el primer racimo floral se registró el 6/12/20, una semana más tarde que el tratamiento con humus y siete días antes que en el testigo (Tabla 5). Este adelanto en la fecha de floración causado por la fertilización puede resultar un dato interesante desde el punto de vista productivo. Sin embargo el efecto de la fertilización sobre el inicio de la producción de frutos fue no significativo.

Tabla 5. Comparación de inicio de floración y producción entre los distintos tratamientos.

	TESTIGO	HUMUS	NITROFOSKA
Inicio floración	13-12-20	29-11-20 (-14)	6-12-20 (-7)
Inicio producción	1-2-21	30-1-21 (-2)	2-2-21 (+1)

El cuajado de frutos, que se registró con una frecuencia de quince días, fue ligeramente mayor en el tratamiento con Nitrofoska, presentando un 88% de cuajado de racimos frente a un 81,5% del tratamiento fertilizado con humus y un 80% del testigo, siendo éstas diferencias no significativas (Tabla 6) (Figura 10).

Tabla 6. Porcentaje de cuajado de racimos al 19-1-21

	TESTIGO	HUMUS	NITROFOSKA
% Racimos cuajados	80 a	81,5 a	88 a

* Las letras iguales dentro de la misma fila no difieren significativas ($p > 0,05$).

Figura 10. Cuajado de frutos de Green Zebra.

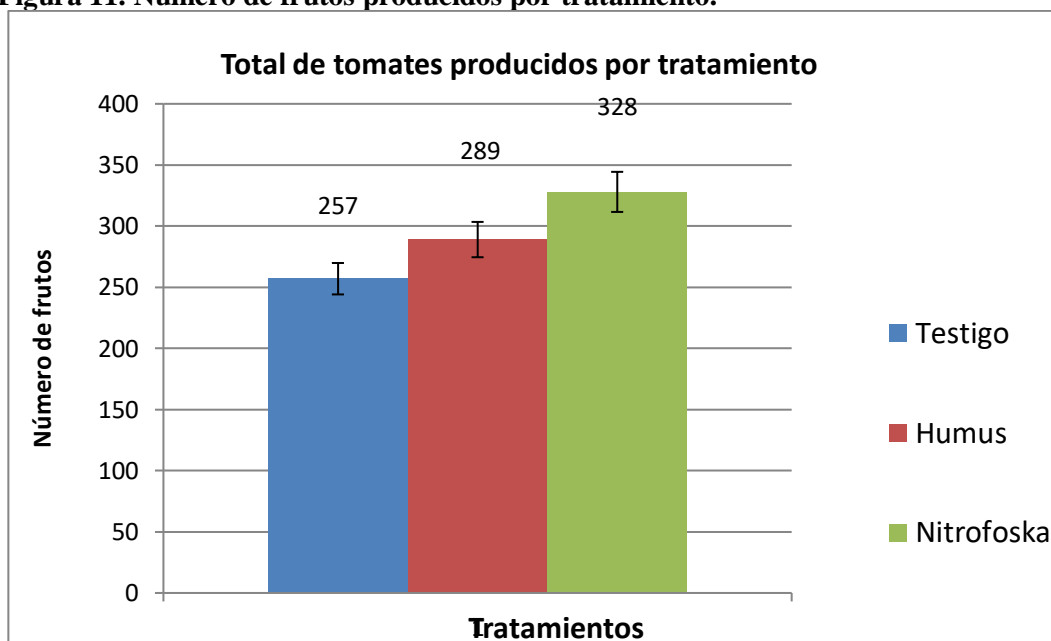


5.3 Cosecha, concentración de cosecha y rendimientos

En cuanto a la cantidad de tomates producida, se contabilizaron 874 tomates en total. El testigo produjo 257 frutos, mientras que los tratamientos con aplicación de humus y Nitrofoska dieron 289 y 328 unidades respectivamente (Figura 11). En términos de porcentajes, en el tratamiento con humus líquido se observó un 12,45 % más de producción que el testigo, mientras que en el tratamiento fertilizado con Nitrofoska se

registró un 27,62% de incremento con respecto al testigo. Los datos no fueron analizados estadísticamente, ya que son promedios de los datos totales.

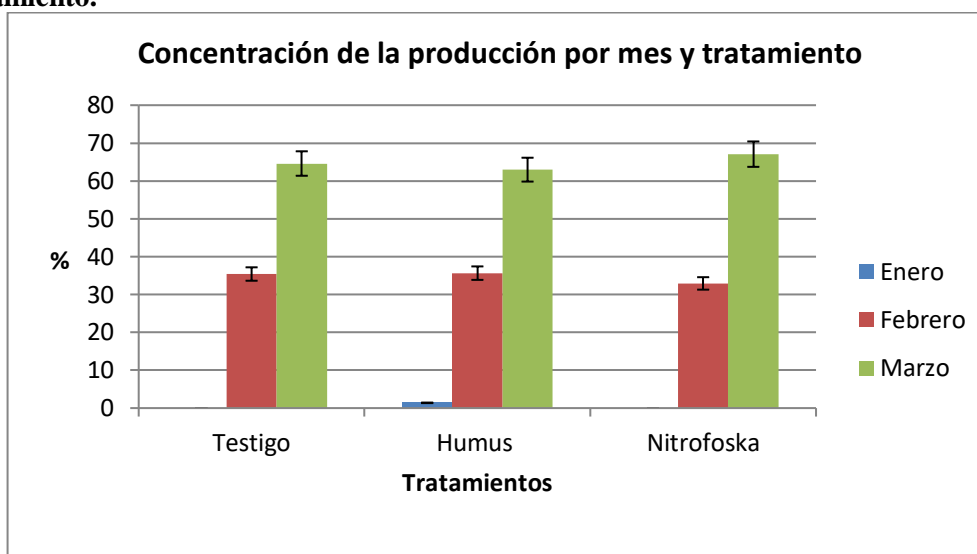
Figura 11. Número de frutos producidos por tratamiento.



Otros parámetros de interés que se evaluaron durante este ensayo fueron los días transcurridos hasta el inicio de la recolección de los frutos y su concentración en los tres meses que duró la cosecha. A fines de enero, se inició la cosecha en la parcela fertilizada con humus. Pocos días después, ya en el mes de febrero, iniciaron su producción las restantes parcelas ensayadas (Nitrofoska y testigo). Durante este mes se observó que las parcelas testigo, humus y Nitrofoska concentraron el 35%; 35,5% y 32,41% de la producción respectivamente, dando un promedio general de 34,66% de tomates cosechados durante el segundo mes del año.

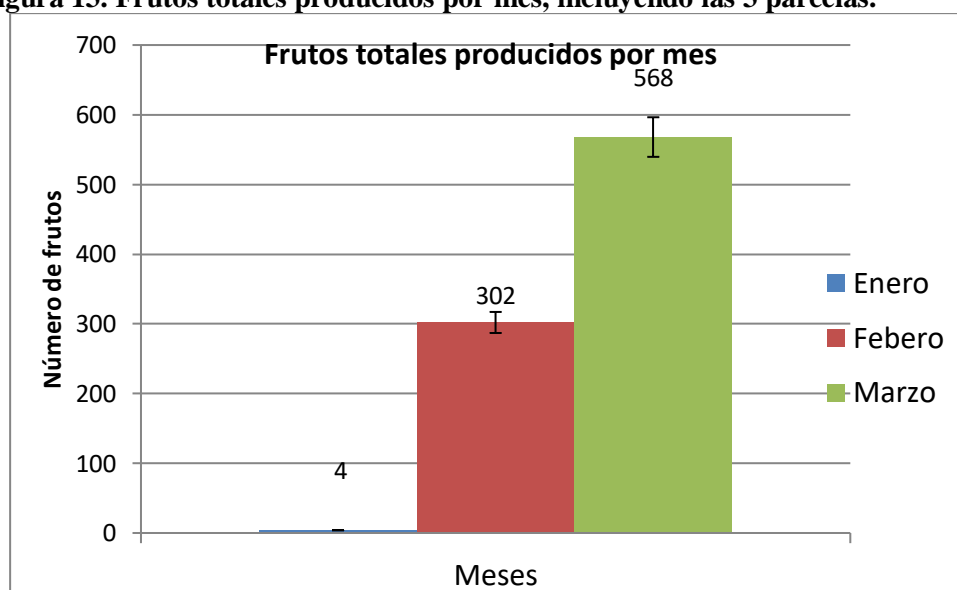
En el mes de marzo, el porcentaje de la producción para las parcelas testigo, humus y Nitrofoska fue de 64,59%; 62,98% y 67,07% de tomates cosechados respectivamente, con un promedio general de 64,88% para este mes. Durante el mes de marzo la cosecha de frutos tuvo porcentajes más altos (Figura 12).

Figura 12. Concentración de la producción del ensayo segmentado por mes y por tratamiento.



En términos numéricos, se contabilizaron las cantidades totales de frutos producidos por los tres tratamientos, segmentando los valores obtenidos por mes (Figura 13).-Se observó, que en el mes de enero se inició la producción únicamente en la parcela tratada con humus, mientras que en el mes de febrero se contabilizaron 302 unidades y, finalmente en el mes de marzo, se recolectó un total de 568 frutos en las tres parcelas. El total de frutos obtenido durante el ensayo fue de 874. Esto demuestra que si bien la fertilización anticipó un poco el cuajado de los frutos en la parcela fertilizada con humus, la mayor concentración en la producción fue similar para los tres tratamientos, con casi el 100% entre febrero y marzo.

Figura 13. Frutos totales producidos por mes, incluyendo las 3 parcelas.



5.4 Peso

Para evaluar el peso de los frutos producidos se tomaron 10 unidades de cada parcela. Se pudo observar que en los tratamientos fertilizados los frutos tuvieron un aumento de 10% (humus) y 7,84% (Nitrofoska), respecto de los frutos de la parcela testigo, aunque las diferencias no resultaron significativas (Tabla 6).

Tabla 7. Promedio de peso de frutos respecto de cada tratamiento.

Tratamiento	Testigo	Humus	Nitrofoska
Peso (g)	76,5 a	84,5 a	82,5 a

* Letras iguales dentro de la misma fila no difieren significativamente ($p > 0,05$).

Con estos valores se calculó la producción en kg/m^2 , que se la relacionó con los valores de frutos/planta, observándose una diferencia de 27% a favor del tratamiento con Nitrofoska. Al proyectarse estos resultados a nivel de hectárea y toneladas, las diferencias dejaron de ser ligeras volviéndose más significativas con una diferencia de 43 t entre el testigo y el tratamiento con Nitrofoska y de 28 t más que para la fertilización con humus (Tabla 7).

Tabla 8. Tabla comparativa de rendimientos.

	TESTIGO	HUMUS	NITROFOSKA
Nº Frutos totales	257	289	328
Nº Frutos/planta	28,7 a	28,9 a	32,8 b
Kg frutos/planta	2,14 a	2,45 b	2,68 c
Kg en 1,8m ²	19,53	24,5	26,8
Kg/m ²	10,85	13,6	14,8
Estimación kg/ha	108.500	136.000	148.000
Toneladas/ha	108,5	136	148
Diferencia %		25,34%	36,4%

* Letras diferentes dentro de la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$).

5.5 Tamaño de frutos

Se realizó la medición teniendo en cuenta la altura (cm) y diámetro (cm) para diez tomates obtenidos de cada tratamiento, se encontró una ligera ventaja en favor de la parcela tratada con humus líquido. Sin embargo, las diferencias no son estadísticamente significativas (Tabla 8).

Tabla 9. Efecto de la fertilización sobre el tamaño del fruto.

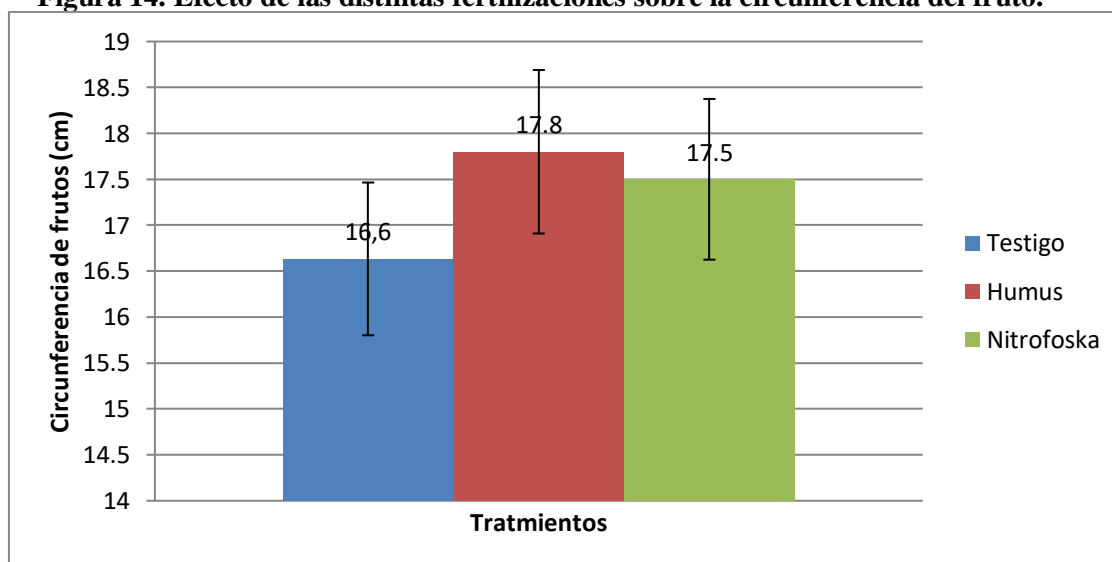
Promedios por tratamientos	Largo (cm)	Ancho (cm)
Testigo	4,1 a	4,89 a
Humus	4,77 a	5,50 a
Nitrofoska	4,63 a	5,26 a

* Letras iguales dentro de la misma fila no difieren significativamente ($p>0,05$).

5.6 Circunferencia de los frutos

En este parámetro se observó que las plantas tratadas con humus tuvieron una mayor circunferencia en comparación a los otros tratamientos (Figura 14).

Figura 14. Efecto de las distintas fertilizaciones sobre la circunferencia del fruto.



Los resultados anteriores permitieron calcular que el incremento en la circunferencia del fruto fue de 7,22% y 5,42% para las fertilizaciones con humus y con Nitrofoska, respectivamente

5.7 Sanidad

Durante gran parte del ensayo, no hubo inconvenientes con la incidencia de plagas y enfermedades. Aun así, a partir de la segunda semana de enero la ocurrencia de altas temperaturas y la falta de precipitaciones favorecieron la aparición de insectos perjudiciales, afectando el ensayo. Si bien el milimetraje ocurrido durante enero de 2021 fue mayor a la media para esta zona, las lluvias no presentaron una buena distribución. Las mismas se concentraron en la primera semana de enero, por lo que la ausencia de lluvias y altas temperaturas se extendieron desde la segunda semana de enero hasta fines de febrero. Como resultado de ello se vio un aumento significativo de insectos perjudiciales como tucuras (*Dichroplus spp*), arañuela roja (*Tetranychus telarius*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Figuras 15 y 16).

Figura 15. Ninfa de *Dichroplus spp* presente en plantas del ensayo



Figura 16. Daños en lámina de hoja causado por arañuela roja (*Tetranychus telarius*)



5.8 Análisis económico

Se realizó un análisis económico para determinar si el incremento obtenido por la aplicación de los fertilizantes justificaba la inversión en ellos. En la tabla 10 se comparan los tres tratamientos, incluyendo ganancia productiva en cada uno, costos de fertilizantes y su ganancia neta. El aumento de producción en las parcelas tratadas fue de un 10% para el fertilizante orgánico y un 27% para Nitrofoska. Estos porcentajes llevados a la producción por hectárea implicarían un incremento de 27.500 kg y 39.000 kg, respectivamente.

Cabe destacar que en la parcela donde se realizó el trabajo no se contó previamente con un análisis de suelo, que permita determinar si las parcelas requerían reposición de nutrientes.

El análisis económico, nos indica que la aplicación de Nitrofoska implicó un mayor costo que la aplicación de humus. Sin embargo, si sólo se contempla la ganancia neta, descontando el costo de los fertilizantes, podemos observar que ésta es mayor a la obtenida con el humus orgánico.

En función de estos resultados, podemos concluir que el dinero que se invierte en Nitrofoska para la producción de Green Zebra, no solo se recupera sino que se obtiene una mayor ganancia, que se debe a que aumenta más la producción en comparación con la causada por aplicación de humus orgánico.

Valores considerados para el análisis:

Precio de Nitrofoska por tonelada (1600 USD)

Cotización dólar oficial (1/7/2022): \$130.

Precio bidón de humus por 20 lts: \$5000

Precio que recibe el productor por kg de tomate producido para julio 2022: \$50/kg (IDR Mendoza 2022).

Tabla 10. Tabla comparativa de rendimientos, costo de fertilizantes y ganancias.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha ⁻¹	Ganancia productiva (kg totales)	Aplicación de fertilizante/ha	Costo fertilizante/ha	Ganancia total	Balance (Ganancia- costo)
Control	108500		-	-	\$5.425.000	\$5.425.000
Humus	136000	27500	60lts	\$15.000	\$6.800.000	\$6.785.000
Nitrofoska	148000	39500	600kg	\$128.000	\$7.400.000	\$7.272.000

6. CONCLUSIÓN

El presente trabajo de intensificación ofrece material de interés sobre la producción de tomate cv. Green Zebra en la región del sudoeste bonaerense, dado que es una cultivar sobre la que se tiene poca información. El análisis realizado sobre la experiencia con dos fertilizantes, orgánico (humus) e inorgánico (Nitrofoska) resulta de interés para una futura toma de decisiones por parte de productores hortícolas.

- 1) En este estudio se analizó la aplicación de dos fertilizantes sobre la producción de tomate Green Zebra y se observó que tuvo una respuesta poco significativa en el crecimiento de la planta ya que la fertilización solo causó un incremento en aproximadamente un 10% de la biomasa respecto del testigo. No hubo diferencias significativas en peso y tamaño de frutos, número de frutos por planta y porcentaje de cuaje en racimos.
- 2) Se observó que las plantas fertilizadas con humus orgánico tuvieron una floración y producción más temprana.
- 3) A pesar de tener un impacto poco significativo en el crecimiento de la planta, la producción de frutos a campo, calculada por hectárea, significó un incremento del 36% con el fertilizante inorgánico y del 25% con el orgánico.
- 4) Se determinó que la cultivar Green Zebra, como el resto de las demás cultivares de tomate, también se ve afectada por las principales plagas de verano del sudoeste bonaerense que atacan este cultivo (*Dichroplus spp*, *Tetranychus telarius* y *Bemisia tabaci*).
- 5) La fertilización de tomate Green Zebra, de acuerdo a los datos obtenidos, sería más rentable con el fertilizante inorgánico ensayado. La inversión en Nitrofoska implica un mayor costo respecto del humus orgánico. Sin embargo, como causa una mayor producción, no solo se recupera la inversión sino que permite tener una mayor ganancia.

7. ANEXOS FOTOGRÁFICOS



Almácigos de Green Zebra.



Plantín listo para ser trasplantado.



Parcela con las plantas prontas a trasplantarse según tratamiento.



Plantas ya puestas en tierra y regándose por inundación.



Izquierda: planta fertilizada con humus líquido Lombrizur.

Derecha: planta fertilizada con Nitrofoska.



Izquierda: frutos de Green Zebra poco despues de la cosecha.

Derecha: Interior del fruto donde se pueden observar sus tres lóculos.

8. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Brickell, C.; Alexander, J. C.; David, W. L. A.; Hetterscheid, A. C.; Leslie, V.; Malecot, Xiaobai Jin (2009).** International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. *Scripta Horticulturae* (8th edition). International Society for Cultivated Plants. 10:1-84.
- **Casanova, A. O.; Gómez, R.; Pupo, M.; Hernández, V.; Moreno, T.; Depestre, J.C.; Hernández, A. (2007).** Producción protegida de plántulas de tomate. Manual para la producción protegida de hortalizas. Ministerio de la Agricultura. IIH “Liliana Dimitrova”, La Habana, Cuba. 138 pp.
- **Castagnino, A. (2008).** Manual de Cultivos Hortícolas innovadores. 1ra Edición. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 356 p.
- **Castro, A. (2019).** Curso de horticultura y floricultura, Universidad Nacional de la Plata.
- **Colombo, M. H.; Obregon, R. (2008).** Horticultura General. Consideraciones del cultivo del tomate y manejo. INTA-Estación Experimental Agropecuaria “Bella Vista”. Centro Regional Corrientes. Publicación Técnica N° 24. ISSN 1515-9299.
- **Corvo Dolcet, S. (2005).** Zonas de producción del cultivo del tomate en la Argentina. Dirección de Agricultura.
- **Del Barrio, R. (2016).** Apuntes de clase. Cátedra de Agrometeorología. Departamento de Agronomía (UNS).
- **Díaz, V. (2014).** Perfil comercial tomate (en línea). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala. 11 p. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20tomate.pdf>.
- **Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo C. W. InfoStat (2017).** Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- **Freeman, J. H.; McAvoy, E. J.; Boyd, N. S.; Dittmar, P. J.; Ozores-Hampton, M.; Smith, H.A.; Vallad, G. E.; Webb, S.E.; (2015).** Tomato

Production En Vegetable Production Handbook of Florida. En:
<https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/cv/cv13700.pdf>

- **Gómez, O.; Casanova, A.; Cardoza, H.; Piñeiro, F.; Hernández, J.C.; Murguido, C.; León, M.; Hernández, A. (2010).** Guía Técnica para la producción del cultivo de tomate. Editora Agroecología. Biblioteca ACTAF. IIH “Liliana Dimitrova” La Habana, Cuba.
- **Gould W. (1991).** Tomato production processing and technology. CTI publications USA. 536 pp.
- **Gracia Lopez, C.; Palau, E. (1983).** Mecanización de los cultivos Hortícolas. Ed. MUNDI PRENSA, Madrid. Pp 243.
- **Hartz, T.; Miyao, G.; Mickler, J.; Lestrangle, M.; Stoddard, S.; Nuñez, J.; Aeggerter, B. (2015).** Processing tomato production in California. University of California Publication 7728.
- **Instituto de Desarrollo Rural de Mendoza. (2022)** Disponible en URL:
<https://www.idr.org.ar/nuevo-informe-cultivo-de-tomate-industria-en-mendoza/>
- **Jaramillo, J.; Rodríguez, V.; Guzmán, M.; Zapata, M.; Rengifo, T, (2007).** Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Manual Técnico. Tampillo, México. 122 pp.
- **Marotto Borrego, J. V. (1990).** Elementos de Horticultura General. 3a edición revisada y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa (España). Pp 343.
- **Marotto Borrego, J V. (2008).** Elementos de horticultura general. 5 a edición revisada y ampliada. Editorial Mundiprensa 481 pp.
- **Mercado Central de Buenos Aires. (2018).** Disponible en http://www.mercadocentral.gob.ar/sites/default/files/docs/boletin-INTA-CMCBA-72-tomate_0.pdf
- **Ministerio de Agroindustria. Presidencia de la Nación. (2017).** Disponible en URL: <https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss>

[mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/archivos/000030_Informes/000994_Informe%20del%20Mercado%20Externo%20del%20Tomate%20-%202017.pdf](#).

- **Nuez, F. (1986).** El cultivo de tomate. Editorial Mundiprensa. 793 pp.
- **Peinado, M. (2020).** Caracterización agronómica de la tolerancia a *Meloidogyne incognita* en tomate (*Solanum lycopersicum L.*). Tesis de grado. Departamento de Agronomía (UNS).
- **Producción de tomate en Argentina (2020).** Disponible en URL: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/produccion-tomate-argentina-diciembre-2020.pdf>
- **Rodríguez Rodríguez, R.; Tabares Rodríguez, J. M.; Medina San Juan, J. A. (1997).** Cultivo moderno del tomate. Segunda edición. Madrid, Mundi-Prensa.
- **Sangiácomo, M.; Garbi, M.; Del Pino, M. (2002).** Manual de Producción de Hortalizas. U.N.Lujan, Argentina.
- **Srinivasan, R. (2010).** Safer tomato production techniques. The world vegetable center. En: http://203.64.245.61/fulltext_pdf/EB/2001-2010/eb0143.pdf
- **Tomate Green Zebra. Aprendizaje de la anticipación. (2012).** Disponible en URL: <https://lahuertadelosrobles.wordpress.com/2015/03/07/tomate-verde-cebra-aprendizaje-de-la-anticipacion/>
- **Tuttle, J. (2012).** Entrevista a Tom Wagner. Disponible en URL: <http://grownorthwest.com/2012/03/something-of-a-legend-an-interview-with-tom-wagner/>
- **Ugás, R.; Siura, S.; Delgado De La Flor, F.; Casas, A.; Toledo, J. (2000).** Hortalizas. Datos básicos. UNALM. Lima – Perú. 202 p.

- **Ullé, J. (1998).** Comportamiento post-trasplante de hortalizas de hojas y brasicáceas, provenientes de diferente volumen de contenedor y mezclas de sustratos, a base de vermicompost, turba, perlita. EEA INTA San Pedro
- World Processing Tomato Council. (2015). En: [http://www.wptc.to/tomato -&-health-wptc.php](http://www.wptc.to/tomato-&-health-wptc.php)