

**Comportamiento bajo cubierta de tomate variedad Rio Grande en Comarca Andina del Paralelo 42° con aplicación de dos tipos de abonos orgánicos**



**Intensificando: Ivanna Muñoz**

**Director: Ing. Agr. Eduardo Martínez**

**Consultor: Lic. Bioqca. Isabel Velázquez**

**Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica**

**Sede andina- Subsede El Bolsón**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO NEGRO**

**2014**

**ÍNDICE:**

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Materiales y métodos.....	7
Resultados.....	13
Discusión.....	17
Conclusión.....	19
Bibliografía.....	29

## Resumen:

Este trabajo pretende brindar los primeros datos para la zona, sobre conducta, rendimiento y calidad de frutos de tomate perita variedad Rio Grande, *Lycopersicon esculentum* Mill, con la finalidad de fomentar producciones alternativas en la agricultura comercial y familiar en la Comarca Andina. Esta es una variedad interesante por poseer sus frutos características ideales para consumo en fresco e industrialización. Producido bajo cubierta con dos tratamientos de fertilización orgánica, abono caprino y abono orgánico comercial proveniente de Bahía Blanca, se esperaban diferencias en rendimiento a favor del abono orgánico comercial por su rápida disponibilidad. Se midieron los rendimientos por planta y por m<sup>2</sup> de invernadero, peso de frutos, racimos por planta, contenido de clorofila en hojas, contenido de licopeno, sólidos solubles totales o °Brix, acidez titulable y relación °Brix/acidez. Las mediciones arrojaron resultados similares, solo hubo diferencia significativa en la acidez titulable y en la relación °Brix/acidez (parámetro relacionado con la calidad gustativa del fruto), resultando favorable para el tratamiento de abono caprino, lo que podría deberse al mayor contenido de materia orgánica de este abono, la cual brinda mejores condiciones para la absorción de fósforo y potasio, que intervienen directamente en el sabor. Por problemas para realizar el riego adecuado, hubo parte de la cosecha afectada por podredumbre apical. Aproximadamente el 21% de la producción en ambos tratamientos no maduró, pudiendo ser el motivo que la variedad Rio Grande es semitardía y las temperaturas no permitieron la total maduración. Aún así, los rendimientos obtenidos fueron muy buenos comparándolos con la media de otras zonas de producción, se cree que si se aplican prácticas en la arquitectura del cultivo que induzcan la precocidad y se incorpora un sistema de riego acorde, los rindes serían superiores, pudiendo ser factible la producción de esta variedad en la zona sin mayores inconvenientes.

## Introducción:

El tomate pertenece a la familia de las *Solanaceae*, especie *Lycopersicon esculentum* Mill. Es originario de la región andina de Sudamérica incluyendo a Bolivia, Chile, Ecuador, Colombia y Perú. Los aztecas y los incas fueron quienes domesticaron el tomate hace más de 1500 años (Brandán de Antoni *et al.*, 2009). Existen 2 clases de plantas de tomate, los de tipo indeterminado que crecen casi indefinidamente y producen racimos florales cada tres entrenudos y los de tipo determinado los cuales producen flores en casi cada entrenudo y terminan en un racimo floral en el ápice. A partir de este momento la planta deja de crecer. Poseen un porte arbustivo.

El tomate Río Grande es de crecimiento determinado, semitardío, de frutos aperlado, resistente a *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae*. (Brandán de Antoni *et al.*, 2009)

### Algunos parámetros de calidad del tomate

**Color:** El tomate es un fruto carotenogénico, con una síntesis masiva de carotenoides durante su maduración. En los cromoplastos, los carotenoides habitualmente se acumulan en estructuras lipídicas, principalmente carotenos. El color rojo del tomate resulta del reemplazo de las clorofilas degradadas por los pigmentos carotenoides, con aumento de licopeno, su caroteno específico y de xantofilas, cuando los cloroplastos se convierten en cromoplastos. (Hernández Yépez, 2013).

**Tamaño:** Es un importante criterio de calidad y está condicionado por la genética de la variedad, fisiológicamente por la actividad fotosintética de la planta, posición del fruto en el racimo y posición del racimo, la intervención en la arquitectura del cultivo, distribución espacial, fertilización, etc. (Clemente Lezama, 2010).

**Sólidos solubles totales:** Los sólidos solubles totales se expresan en °Brix. Los °Brix indican, como porcentaje de peso en peso (p/p), el contenido total de sacarosa disuelto en una solución (Hernández Yépez, 2003). El contenido de sólidos solubles en frutos de tomate es un parámetro que presenta gran variación según el cultivar, nutrición de la planta, conductividad eléctrica de la solución nutritiva, estrés hídrico, factores ambientales y genéticos (Clemente Lezama, 2010). En diversas variedades de frutos de tomate el contenido de sólidos solubles se sitúa entre los 4 y 5,5°Brix.

**Acidez:** es parámetro de calidad físico-química, en los productos hortícolas y frutícolas la acidez se debe a los ácidos orgánicos e inorgánicos que pudieran estar presentes en su constitución y está asociada con el número de miligramos de hidróxido de sodio consumidos por una determinada cantidad de muestra al ser titulada bajo condiciones analíticas establecidas (Hernández Yépez, 2013). Los ácidos orgánicos son relevantes por su

efecto en el sabor y en procesos de industrialización. La acidez depende en gran medida de la variedad (Clemente Lezama, 2010).

Calidad Organoléptica: Durante la maduración, los ácidos orgánicos son convertidos en azúcares. Los ácidos se pueden considerar como una reserva energética más del fruto, por lo cual es de esperar que su contenido decline a medida que avanza la maduración del mismo (Clemente Lezama, 2010). El descenso de la acidez es debido a la actividad metabólica que sufren los productos hortofrutícolas durante la maduración, ya que en este periodo hay una intensa actividad enzimática lo que origina la conversión de los ácidos orgánicos de reserva en azúcares, que serán consumidos durante la respiración celular (Hernández Yépez, 2013).

Ruiz Sánchez (2007), asegura que es más recomendable utilizar la relación sacarosa/acidez titulable para predecir características de aceptabilidad que la relación °Brix/acidez titulable, aunque estas relaciones nunca han sido claramente establecidas.

#### Calidad Nutritiva

El perfil nutricional del tomate se basa en una combinación equilibrada de antioxidantes (Vitamina C, carotenoides, flavonoides), minerales (altos niveles de potasio y zinc), un alto contenido de ácido fólico y bajo nivel de grasas (Clemente Lezama, 2010).

Los carotenoides son pigmentos sintetizados por las plantas, en parte responsables de la coloración de los frutos. El contenido de carotenoides varía significativamente de acuerdo con las variedades, grado de madurez y condiciones estacionales. La importancia de los carotenoides en la nutrición humana y la salud se ha focalizado principalmente en aquellos que sintetizan mayormente vitamina A, como el alfa y beta caroteno. Entre estos carotenoides con efecto benéfico para la salud en función de sus propiedades biológicas (actúan sobre radicales libres y agentes oxidantes) se encuentra el licopeno (Clemente Lezama, 2010). Las evidencias epidemiológicas exponen la importancia de los carotenoides y principalmente el licopeno, como así también el consumo de tomate y productos a base de este en la prevención de ciertos tipos de cánceres como el de estómago, esófago, colon, próstata, pulmón, páncreas, mamas, piel y vesícula (Clemente Lezama, 2010).

#### Efectos de la fertilización en el sabor del tomate

El potasio y el fósforo inciden directamente en la calidad del tomate. Hay estudios que demuestran que la nutrición con potasio y fósforo tiene un efecto benéfico en el contenido de azúcar y ácido (Mikkelsen, 2005). El potasio por su influencia en el contenido de ácido libre y el fósforo por su capacidad de amortiguamiento. El contenido de potasio en el suelo es el que más afecta el contenido de ácido total en fruta. En consecuencia una adecuada nutrición beneficia el desarrollo del sabor del tomate (Mikkelsen, 2005).

### Producción nacional

La producción de tomate en Argentina alcanza alrededor de 700.000 tn en 2008 (producto fresco). De este total, se destinaron a consumo en fresco unas 250.000 tn y aproximadamente 450.000 tn fueron procesados.

El consumo de tomate por habitante (fresco más industrializado) es de 35 a 40 kg/habitante/año, considerando que el consumo per cápita de tomate industrializado se estima en 10 Kg/habitante/año. El producto más importante es el puré de tomate (49%), seguido por tomates enteros pelados (35%), salsas (13%) y concentrado triple (2,7%) (Fiorentino *et al.*, 2011).

Las técnicas productivas, respecto a la combinación de insumos, acervo genético y otros factores, son diferentes entre zonas productivas y productores individuales. La mayor diferencia radica en la infraestructura, en relación a la cual coexisten dos modalidades de producción: "a campo" y "bajo cubierta". La superficie total cultivada con tomate asciende en Argentina a 16.400 ha en 2008, y de este total, 14.800 ha se cultivan "a campo" y 1400 ha "bajo cubierta" (Fiorentino *et al.*, 2011).

Fiorentino *et al.*, (2011) aseguran que: "Argentina produce tres tipos de tomate: (i) el tomate "redondo"; (ii) el tomate "perita" y (iii) el tomate "cherry".

La producción de tomate se encuentra distribuida en todo el país, excepto por el sur de la Patagonia, debido a las bajas temperaturas. Las provincias de Mendoza, San Juan, Santiago del Estero, Catamarca y Río Negro se avocan principalmente a la producción de tomate para la industria tomate perita. El tomate para uso industrial se cultiva exclusivamente "a campo". La superficie total destinada a la producción de éste oscila alrededor de las 7500 ha en el país, en la última década. (Fiorentino *et al.*, 2011).

### Comarca Andina del paralelo 42°S

Comprende los municipios de Epuypén, El Hoyo y Lago Puelo, en la provincia de Chubut, y El Bolsón en Río Negro. El clima es templado-frío, de relieve montañoso con una altitud de 350 msnm y protegido por cordones montañosos de 2000 metros de altura, lo que confiere una gran amplitud térmica con una temperatura media anual del mes más cálido de 16°C y del más frío de 3°C. Las precipitaciones anuales, se concentran en invierno y son del orden de los 1.000 mm, por lo tanto las primaveras y los veranos son típicamente secos, con días largos y noches frescas. Por ser zona de cordillera, los suelos son muy variables, presentando altos contenidos de materia orgánica y reacción levemente ácida. También se cuenta con agua para riego de muy buena calidad (Méndez Casariego, 2008).

Este microclima generado, es un ambiente apto para el desarrollo de producciones agrícolas. La actividad agrícola en la región se debe principalmente a la producción fruta fina. En menor medida se encuentra la producción de lúpulo, pasturas, cereales y hortalizas a campo y bajo cubierta. Las hortalizas, se destacan por su alta calidad. A campo se dan excelentes verduras de hoja, zanahoria, remolacha, papa, choclo, zapallito, entre otras. En invernadero se destaca principalmente la producción de tomate, pepino, morrón, verduras de hoja primicia. La región se caracteriza también por elaborar productos de las hortalizas de producción regional, como macedonias de verdura, pickles, repollo fermentado, etc.

En cuanto al sector agroindustrial, se encuentra principalmente ligado al procesamiento de fruta fina para la realización de dulces y conservas, industria cervecera, elaboración de aceite de mosqueta, entre otros.

El tomate se produce muy bien bajo cubierta en forma orgánica en la zona de la Comarca Andina, y considerando ciertas precauciones no presenta grandes inconvenientes para su realización (Méndez Casariego, 2008).

En la Comarca la demanda de tomate producido en la región sigue aumentando. El consumidor busca este producto por su mejor frescura y sabor (Productores de las localidades de El Hoyo y Pje. Las Golondrinas, comunicación personal, 2012). Actualmente existe un incremento en la producción y demanda en fresco de tomate redondo y "cherry", gracias al crecimiento poblacional que experimenta la región y la llegada de nuevos híbridos que se adaptan mejor a las condiciones de la misma. No crece de la misma forma la producción de perita ya que su costo de producción es prácticamente el mismo que las otras variedades y su valor en el mercado y demanda son muy inferiores (Scartascini, 2012, cp).

Respecto de las variedades, un productor asegura haber cultivado las variedades ACE y el híbrido SUNBRIGHT durante 4 o 5 años, pero abandonó finalmente debido a que en ese momento no podía competir con el precio del tomate proveniente del norte, mucha producción se perdía por su baja firmeza y problemas sanitarios, el costo de mano de obra era muy alto, y el ciclo era de al menos 6 meses. Por lo cual se dedicó íntegramente a la producción de vegetales de hoja verde, que en el ciclo de 6 meses, realiza 4 cosechas (Carretero, 2012, cp).

En contrapartida a esta experiencia un productor de la localidad de El Hoyo en la misma situación inicial, buscó durante varios años, variedades y prácticas agrícolas que se adapten a la localidad y hoy por hoy es uno de los productores de tomate fresco más importante de la comarca (Scartascini, 2012, cp).

El objetivo de este trabajo es determinar la factibilidad de la producción bajo cubierta de tomate variedad Río Grande con destino a fresco o industria en la zona, como así también conocer el comportamiento del cultivo bajo diferentes tipos de tratamientos de fertilización, siempre enmarcado en el manejo orgánico y obtener los primeros datos sobre esta variedad en la zona, por no haber precedentes de la misma.

## **Materiales y métodos**

### Ensayo de producción

Realizado en el invernadero de la Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina de la localidad de El Bolsón, provincia de Río Negro. Se inicia el 19 de agosto de 2011, cuando se realizó la siembra hasta el 1º de mayo de 2012, donde se decidió cortar la cosecha por finalizar la madurez.

Invernadero: Realizado en madera y polietileno de 150 micrones, dimensión de 6 x6 m, con antigüedad de 1 año.

Suelo: Se trata de un suelo no utilizado para agricultura anteriormente por lo que no contaba con fertilización previa alguna. Presentaba gran cantidad de larvas, compactación, impedancias edáficas y chatarra. Previa marcación de parcelas se realizó una limpieza del suelo hasta 30 cm de profundidad, pasándolo por una zaranda para eliminar los elementos no deseados. Luego se realizó en el laboratorio de suelos INTA Bariloche, análisis de contenido de N en el suelo previa fertilización del mismo, de donde se obtuvo:

Muestra	Nº	Identificación	%N
18034	1	Suelo	0,19

Semillas utilizadas: *Lycopersicon esculentum* Mill variedad Río Grande, adquiridas en Agroveterinaria "Plaguifer", en la localidad de San Rafael, provincia de Mendoza.

Plantines: La siembra se realizó el día 19 de agosto, bajo cubierta, en bandejas al voleo, el sustrato utilizado fue 50% tierra (proveniente del invernadero) y 50% lombricomposto. Repique el día 13/09/2011 en bandejas speedling de 72 compartimentos, los plantines tenían 5 cm de longitud y se utilizó el mismo sustrato que la siembra.

Riego: Manual, día por medio, con manguera de 1/2" con agua de red.

Distribución y marco de plantación: Se marcaron parcelas de 1 m<sup>2</sup> por tratamiento, distribuidas al azar por sorteo, con 4 repeticiones por tratamiento. Se realizaron pasillos de 0,3m de ancho. Distancia entre líneas de plantas 0,5m. Entre plantas en la línea 0,4m, lo que resulta una densidad 3,8 plantas por m<sup>2</sup> de invernadero.

Tratamientos de fertilización:

Para determinar la dosis de fertilización se usó la recomendación de Ruiz y Túa (2005), donde establece las siguientes cantidades de nutrientes que han dado mejores resultados sobre la producción y características de calidad de frutos de tomate c.v. Río Grande, son las que se indican a continuación (Ruiz y Túa, 2005):

240 kg/ha de nitrógeno (N),

160 kg/ha de fósforo ( $P_2O_5$ )

300 kg/ha de potasio ( $K_2O$ )

1- Abono de chivo estabilizado, procedente de la localidad de Ing. Jaccobacci, RN. Se enviaron muestras al laboratorio de suelos de INTA Bariloche para analizar contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Chivo	% N	% P	% K
	1,1	0,54	1,07

La dosis aplicada se basó en la cantidad de N del abono de chivo, ya que al ser el elemento más móvil, define las aplicaciones en agricultura orgánica para evitar lixiviaciones. La densidad del abono fue de  $0,44\text{gr/cm}^3$ . La dosis resultante para la aplicación de 240 Kg de N por ha fue de 5,5 litros de abono por  $m^2$ . Dicha cantidad aporta 300 kg/ha de  $P_2O_5$  y 310 kg de  $K_2O$  por ha.

2- Fertilizante compuesto orgánico comercial (AOC) proveniente de la ciudad de Bahía Blanca, Bs As, cuyo contenido nutricional es:

AOC	% N	% $P_2O_5$	% $K_2O$
	5	5	5

Se aplicaron 500 g de AOC por parcela. Esto aporta 250 kg de N/ ha, 250 kg de  $P_2O_5$ /ha, 250 kg de  $K_2O$ /ha.

Este fertilizante está compuesto por una mezcla de guanos, harina de sangre, ceniza de cáscara de girasol, fosfato natural y compuestos de Ca y Mg.

Las dosis aplicadas se basaron en los requerimientos nutricionales de nitrógeno, según bibliografía consultada (Ruiz y Túa, 2005), una semana antes del trasplante. Una semana después de la incorporación de los abonos se midió pH del suelo para ambos tratamientos en cada parcela, antes de realizar el trasplante. Todas las mediciones arrojaron valores cercanos a 7.

Trasplante:

Cuando los plantines alcanzaron los 15 cm se dispuso el trasplante, el mismo se realizó el día 22 de octubre de 2011. El día 27/10/2012 se reemplazó 2 plantas en la parcela 1 y una planta en las parcelas 2,3, 5 y 6. El motivo de estos reemplazos fue por aparición de

plantas volteadas por larvas de gorgojo. Para evitar nuevas bajas se procedió a colocar en cada una cilindros plásticos a unos 5 cm de profundidad rodeando el cuello de la raíz.

#### Poda y conducción:

Al tratarse de una variedad determinada, se dejaron 4 ramas cargadoras por planta. Se ataron a un alambre superior distante a 1m del suelo. Estas labores se realizaron en el mes de diciembre.

#### Cosecha:

El punto de madurez de interés para industria es rojo. Se midió: número de racimos/planta, número cosechado de tomates/planta, peso medio de fruto, rendimiento total, acidez titulable, °Brix y concentración de licopeno en fruto y clorofila en hojas. Las muestras se tomaron a principios del mes de marzo.

#### Análisis de calidad de frutos

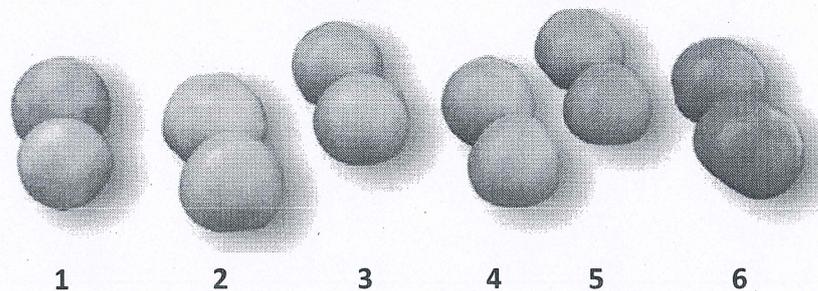
Licopeno y clorofila: protocolo brindado por Laboratorio de análisis clínicos de El Bolsón (LAC).

Se realizó en el LAC la extracción y cuantificación de clorofila en hojas y licopeno en frutos de tomate seleccionados al azar en las diferentes parcelas de ambos tratamientos, utilizándose los siguientes materiales y reactivos:

- \*Tubos Falcon
- \*Cubetas de vidrio
- \*Centrifuga de mesa
- \*Espectrofotómetro
- \*Hexano: acetona (3:2)
- \*Acetona

#### Licopeno:

Muestras: Se tomaron 2 muestras por planta, un fruto por cada grado de madurez. En este caso los grados de madurez de interés son el 5 y 6 según escala FAO (López Camelo, 2003), ya que el destino de interés es industria o producción de conservas, el cual requiere madurez completa, y consumo local.



Estado 1 - Verde Maduro: la superficie total del fruto es verde, variando el tono de verde según el cultivar.

Estado 2 - Rompiendo: aparición de otro color, además del verde de fondo, en no más del 10% de la superficie del fruto.

Estado 3 - Pintón: entre un 10 a un 30% de la superficie del fruto, presenta color amarillo pálido, rosado, rojo o una combinación de ambos.

Estado 4 - Rosado: entre un 30 a un 60% de la superficie, mostrando color rosado o rojo.

Estado 5 - Rojo claro: entre un 60 hasta 90% de la superficie de color rojo

Estado 6 - Rojo: más del 90% de color rojo.

#### Realización:

Se extrajeron 2g del pericarpio de cada tomate homogenizado previamente en morteros, y se colocaron dentro de los tubos Falcon.

Luego se agregaron 4ml de disolvente (hexano: acetona, 3:2), se taparon y agitaron en el vortex para extraer los pigmentos. Luego se centrifugaron las muestras a 4000rpm durante 5 minutos.

Una vez centrifugado, los pigmentos contenidos en la fase orgánica superior, se registraron los volúmenes de cada extracto y luego se colocaron en las policubetas del espectrofotómetro Metrolab 2300 Plus; para medir luego en el espectro de absorción a 505nm.

Con los resultados obtenidos se aplicaron los siguientes cálculos:

$$\text{Licopeno } (\mu\text{g/ml}) = A_{502} / 0,32$$

Se calcularon la cantidad de pigmentos extraídos por gramo de tejido.

Clorofila:

Muestras: se muestrearon hojas de la parte superior, media e inferior de las plantas.

Realización:

Se pesaron 2g de hojas molidas en un mortero y se colocaron dentro de los tubos Falcon.

Se agregaron 4 ml de disolvente (hexano: acetona, 3:2) en cada tubo, se taparon los tubos y agitaron en el vortex para extraer los pigmentos. Luego se centrifugaron las muestras a 4000rpm durante 5 minutos.

Una vez centrifugado, el sobrenadante contenido en la fase orgánica superior, se colocó en las policubetas del espectrofotómetro y se registraron las absorbancias de los pigmentos a 655 y 650nm.

Para el cálculo de concentración de pigmento, con los resultados de absorbancia obtenidos se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Clorofila } (\mu\text{g/ml}) = (6,45 * A_{655}) + (17,72 * A_{650})$$

Se calculó la cantidad de pigmentos extraídos por gramo de tejido.

Acidez titulable: se tomaron muestras de 2g de tomate triturado y se diluyó en 5mL de agua destilada. Luego se tituló con NaOH 0,1 N. La acidez titulable se calculó como % de ácido cítrico mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{\text{g ácido} \times 100}{\text{ml de muestra}}$$

$$\% \text{ acidez} = \frac{(V \text{ NaOH} * N \text{ NaOH} * \text{meq ácido} * 100)}{V}$$

V NaOH: volumen de NaOH utilizados para la titulación

N NaOH: Normalidad de NaOH

Meq ácido x: miliequivalentes de ácido. Los valores equivalentes de base a ácido para el ácido cítrico es de 0,064

°Brix: Se colocaron pequeñas muestras del jugo de tomate triturado en un refractómetro.

#### Análisis de datos

Las variables racimos/planta, peso medio de fruto, rendimientos, acidez titulable, sólidos solubles y relación °Brix/ acidez, se compararon por medio de un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software Infostat (Universidad Nacional de Córdoba 2002) utilizando el test de comparación de medias DGC. Las variables clorofila y licopeno se compararon por Análisis de Varianza simple por comparación de medias (ANOVA) Software: Microcal Origin versión 4.10 de Microcal Software Inc. (Northampton - USA)

### **Resultados**

El inicio de floración, se registró el 22/11 cuando abrió la primera flor en la parcela 8 tratada con AOC. A simple vista se pudo observar que el desarrollo del cultivo fue similar para ambos tratamientos; el día 10/01 se pudo apreciar que la plantación experimentaba los procesos de floración y fructificación de forma simultánea, este fue el momento de conteo de racimos. Examinando esta variable encontramos valores medios muy similares: 10,25 para Chivo y 10 para AOC.

**Tabla 1: Cantidad media de racimos por planta.**

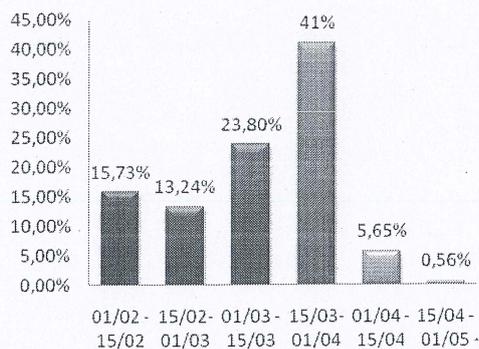
Tratamiento	Racimos
AOC	10 a
CHIVO	10,25 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

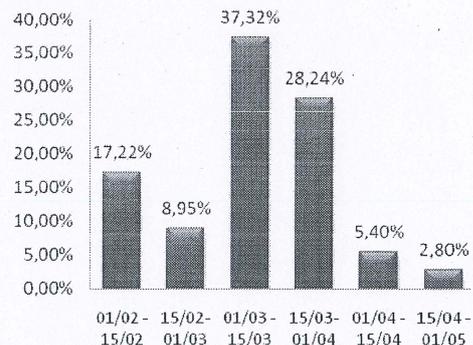
Como se puede observar en los gráficos 1 y 2, la cosecha de este cultivar bajo ambos tratamientos inició paralelamente en la primera quincena de febrero, el día 3, finalizando ambas en la segunda quincena de abril, cuando cesó por completo la maduración de los frutos. El pico de cosecha para el tratamiento con abono de chivo se registró en la segunda quincena de marzo concentrándose el 41% de esta, mientras que para el AOC el pico tuvo lugar en la primera quincena de marzo con el 37,32%

**Gráficos 1 y 2: Distribución de cosecha. Expresado en % de tomate total por quincena.**

CHIVO



AOC



Cabe mencionar, que se presentaron ciertos inconvenientes para realizar el riego día por medio, lo que generó que parte de la cosecha se vea afectada con podredumbre apical. Lazcano (2001) afirma que: "condiciones de baja humedad relativa combinadas con alta temperatura del aire y suelo provocan que la evapotranspiración de la planta se incremente. La planta y el fruto crecen con más vigor y la demanda de nutrientes es mayor. Esto provoca la acumulación de calcio en las hojas pero puede ocasionar la deficiencia de este en los frutos. Debido a que la movilidad del calcio dentro de la planta es escasa y el crecimiento del fruto es muy intenso, la cantidad de este nutriente que llega al fruto no es suficiente para cubrir la demanda nutricional de variedades de alto rendimiento". A pesar de esto los frutos

sin valor comercial se encontraban en su mayoría aptos para consumo. Por ello se los tiene en cuenta para el rendimiento total, ya que alcanzaron la madurez. En la tabla nº 2 se los menciona y de aquí en más como No comercial. La denominación Maduro es para la sumatoria del tomate comercial más el no comercial. Hubo también parte de los frutos, que no alcanzaron la madurez y lo nombramos como verde. Luego del 1º de mayo de 2012, se cosechó lo que quedaba sin madurar en planta.

**Tabla 2: Rendimiento por planta, medias expresadas en gramos.**

Tratamiento	Comercial	Maduro	Verde
Chivo	1921,45 a	2240,29 a	605,78 a
AOC	1849,16 a	2223,85 a	590,24 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

No se encontraron diferencias significativas en gramos por planta ente tratamientos para las variantes Comercial, Maduro y verde (Tabla 2) y en consecuencia tampoco hubo diferencias significativas entre ambos tratamientos en gramos por m<sup>2</sup> de invernadero para las tres variantes (tabla 3),

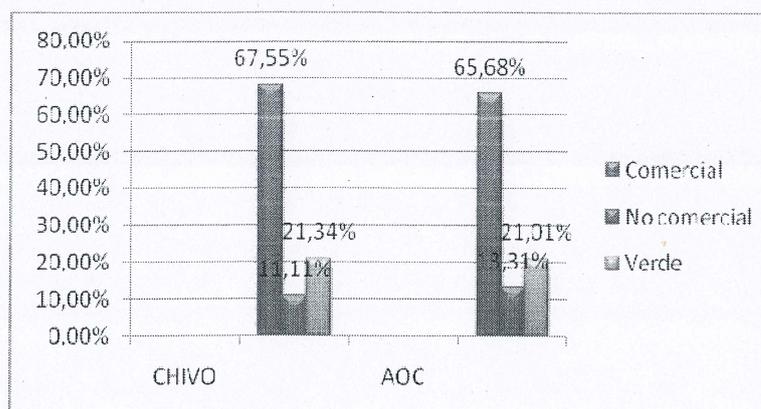
**Tabla 3: Rendimiento por m<sup>2</sup> de invernadero, medias expresadas en gramos.**

Tratamiento	Comercial	Maduro	Verde
Chivo	7378,37 a	8602,71 a	2326,29 a
AOC	7100,77 a	8539,58 a	2266,16 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Ambos tratamientos presentaron rendimientos muy parejos entre sí para las tres variantes Comercial, No Comercial y Verde tal como lo muestran el gráfico 3 y la tabla 4, lo que muestra un comportamiento similar del cultivo a pesar de los diferentes abonos.

**Gráfico 3: Rendimientos expresados en porcentajes.**



**Tabla 4: Rendimiento total obtenido para las variantes Comercial, No comercial y Verde bajo ambos tratamientos. Expresados en Kg y porcentaje.**

	Comercial	No comercial	Verde	Total
CHIVO	23,1kg	3,8kg	7,3kg	34,2kg
	67,55%	11,11%	21,34%	100%
AOC	22,2kg	4,5kg	7,1kg	33,8kg
	65,68%	13,31%	21,01%	100%

#### Calidad de frutos

##### Peso medio de fruto:

Se encontraron valores muy cercanos entre tratamientos para peso medio de fruto (tabla 5), por lo que no hubo diferencia significativa. Este parámetro fue medido sólo en frutos de calidad comercial.

**Tabla 5: Peso medio de fruto comercial, expresado en gramos/fruto.**

Tratamiento	Medias
Chivo	70,63 a
AOC	63,83 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

En el momento de toma de muestras para licopeno, se decidió realizar también un análisis de contenido de clorofila en hojas para ambos tratamientos, ya que visualmente se detectó una diferencia en la intensidad del color del follaje: las parcelas tratadas con AOC, tenían un color verde más intenso, aunque resultó no ser significativa la diferencia (Tabla 6).

**Tabla 6: Muestra los resultados medios del contenido de Clorofila en hojas por ml de muestra.**

Tratamiento	Promedio	N
CHIVO	16,626µg/ml	4
AOC	21,869µg/ml	4

F = 1,68153

p = 0,24235

Al nivel de 5%, la diferencia de medias no es significativa

Como muestra la tabla 7 no se encontró diferencia en el contenido de licopeno para grados de madurez 5 y 6 por la aplicación de distintos abonos.

**Tabla 7: Licopeno según grado de madurez expresado en  $\mu\text{g}/\text{ml}$  de muestra**

Tratamiento	Promedio	N
CHIVO	8,228 $\mu\text{g}/\text{ml}$	12
AOC	6,666 $\mu\text{g}/\text{ml}$	12

F = 0,39198

p = 0,5377

Al nivel de 5%, la diferencia de medias no es significativa

En lo que respecta a acidez titulable, tabla 7, se encontraron diferencias significativas para ambos grados de maduración y tratamientos.

**Tabla 7: Acidez titulable, para grados de maduración 5 y 6. Medias expresadas en porcentaje.**

Tratamiento	5	6
Chivo	0,17 a	0,16 a
AOC	0,25 b	0,27 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

En la determinación de sólidos solubles totales, tabla 8, no se encontraron diferencias significativas tanto en tratamientos como grados de madurez. Los valores registrados están dentro de los parámetros normales. Los Sólidos solubles totales en la mayoría de las variedades se sitúan entre los 4,5 y 5,5  $^{\circ}\text{Brix}$  (Zárate Nicolás, 2007).

**Tabla 8:  $^{\circ}\text{Brix}$ , para grado de maduración 5 y 6.**

Tratamiento	5	6
Chivo	5,00 a	5,08 a
AOC	5,13 a	5,50 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Respecto de la relación °Brix/Acidez, hubieron diferencias para ambos tratamientos y grados de madurez (tabla 9). Las parcelas tratadas con abono de chivo mostraron valores más altos en relación y esta indica un mejor sabor. Mayor valor en la relación indica mejor palatabilidad.

**Tabla 9: Relación °Brix/ Acidez para grados de maduración 5 y 6.**

Tratamiento	5	6
Chivo	29,41 a	31,75 a
AOC	20,52 b	20,37 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### Discusión:

Si comparamos las temperaturas medias para el momento de maduración de frutos de la temporada 2011-2012 proporcionadas por el DPA, estación meteorológica El Bolsón (cuadro N° 1) con las temperaturas medias históricas de El Bolsón (cuadro N°2) se observa un enero más cálido que el habitual (la media histórica es de 16,2°C), un febrero algo más fresco que el normal (15,3°C) y un mes de marzo donde media superó en casi 2°C a la histórica. Por lo que nos encontramos ante un verano algo más cálido que la media, especialmente por la diferencia del mes enero.

**Cuadro N° 1: Temperatura Media Mensual [°C] 2011/2012**

Año/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2011								3.7	7.4	10.5	13.3	17.7
2012	19.6	14.7	14.2	9.4	6.4							

**Cuadro N° 2: Temperatura media histórica para la ciudad de El Bolsón.**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	16,2	15,3	12,8	9,3	6,7	4,0	3,6	4,8	6,9	10,1	13,2	15,2

Aproximadamente el 21% de la producción no maduró. Esto puede deberse, en parte, a que esta es una variedad semitardía, transcurrieron 102 días desde el trasplante hasta el inicio de cosecha. Según Rothman y Tonelli (2003), desde el cuajado del fruto hasta la maduración del mismo, transcurren entre 40 y 60 días. El mes de abril presentó una media de 9.4°C y se registró el inicio de temperaturas inferiores a 0°C, siendo la mínima absoluta en -2.2°C. Rothman y Tonelli (2003) mencionan que a 12°C se detiene el desarrollo y por

debajo de 10°C, cesa la actividad vegetativa, y a partir de 0°C se producen severos daños, en detrimento de la producción. Vigliola (2003), afirma que la temperatura de maduración oscila entre los 20°C y 30°C.

Debido a este régimen climático es necesario aplicar prácticas que induzcan la precocidad y concentren la cosecha, incorporando labores desde la iniciación del cultivo. La utilización de contenedores más grandes es de suma importancia, ya que los de menor volumen retrasan el crecimiento de los plantines afectando la pronta entrada en producción (Rothman y Tonelli, 2010). Supresión de brotes a 1 o 2 ramas cargadoras lo cual brinda mayor espaciamiento e insolación, una mayor cantidad de ramas reduce la precocidad y tamaño de frutos, la supresión debe realizarse lo más temprano posible ya que un brote extraído de gran tamaño implica una pérdida de energía que resiente la producción (Rothman y Tonelli, 2010). La realización de aporques favorece la emisión de raíces, y la incorporación de un sistema de riego adecuado por goteo para evitar proliferación de enfermedades.

Es fundamental trabajar la arquitectura del cultivo. El tallo brinda soporte y es el principal sistema de distribución de agua y nutrientes en la planta, por lo que es relevante que se encuentre en las mejores condiciones posibles. Zárate Nicolás (2007), asegura que “un mayor diámetro de tallo posee mayor superficie de parénquima por lo tanto una mayor reserva de asimilados, como así también mayor área de xilema, facilitando transporte de agua y nutrientes a los órganos reproductivos, incrementando el número de frutos y rendimiento. La supresión temprana de brotes axilares contribuye al engrosamiento del tallo, ya que se reduce el área foliar, permitiendo una mayor insolación en el cultivo. El excesivo sombreado produce tallos delgados y débiles, pudiendo afectar la movilización de la reserva de asimilados a los frutos en crecimiento”. El área total de tallo y diferentes tejidos pueden verse afectados también, por las condiciones climáticas y prácticas de manejo, temperaturas superiores a 30°C, produce tallos delgados (Zárate Nicolás, 2007).

Respecto de la densidad de población, la mayoría de las publicaciones sobre producción de tomate bajo cubierta sugieren 0,28 a 0,37 m<sup>2</sup> de superficie por planta. Lo que equivale a una densidad de 35500 y 27800 plantas por ha. (Zárate Nicolás, 2007). La densidad utilizada en la experiencia fue de 0,26 metro cubierto por planta teniendo en cuenta pasillos. Con el fin de relacionar el rendimiento obtenido y extrapolar a tn/ha se presenta el siguiente el cuadro N°3 con el rendimiento para ambos tratamientos con las densidades mencionadas:

**Cuadro N° 3: Rendimiento según densidad de plantación**

	0,26 m <sup>2</sup> /planta	0,28 m <sup>2</sup> /planta	0,37 m <sup>2</sup> /planta
Tratamiento	38400 pl/ha	35500 pl/ha	27800 pl/ha
Chivo	86 tn	79,53 tn	62,27 tn
AOC	85,36 tn	78,92 tn	61,8 tn

Según el Censo de actividades agrícolas alternativas año 2001 de la provincia de Entre Ríos, el rendimiento bajo cubierta de tomate perita es de 87tn/ha. Si lo traducimos a m<sup>2</sup>, 8,7 kg (Rothman y Tonelli, 2010). Teniendo en cuenta el rendimiento de tomate maduro obtenido, se encuentran valores muy similares (8,6 kg para Chivo y 8,5kg para AOC). Por lo que es probable que se pueda alcanzar el rendimiento registrado, si se aplicaran las prácticas mencionadas.

En lo que refiere a calidad de frutos (parámetros medidos sólo sobre frutos de calidad comercial), no se detectaron diferencias significativas en el peso medio de frutos, licopeno y °Brix. En contrapartida a esto, sí se encontraron diferencias en la acidez titulable y por ende en la relación °Brix/Acidez a favor del tratamiento con abono de chivo. Esto significa que la palatabilidad del tomate bajo este tratamiento fue mejor. Ruiz Sánchez (2007), realizó un estudio en tomate Río Grande conservados a 10 y 15 °C con distintas dosis de potasio (220kg/ha KCl y 330kg/ha KCl), para evaluar entre otras variables, la relación °Brix/acidez. En este trabajo indica: "Los altos valores de esta variable indican una excelente combinación azúcar-ácido y además demuestran frutos de alta calidad química". Los valores registrados en este estudio en el momento de cosecha y cada siete días conservados a las temperaturas mencionadas, son similares a los obtenidos en este trabajo, por lo que se infiere que los frutos tenían buen sabor, equilibrado, y que los frutos bajo tratamiento con abono de chivo, sensorialmente fueron mejores. Este resultado, puede deberse al mayor contenido de materia orgánica del abono caprino respecto al concentrado orgánico. Gonzálves y Pomares (2008), aseguran que "mayores contenidos de materia orgánica aumentan la capacidad de intercambio catiónico y retención de humedad, mejora la calidad física, química y biológica del suelo, ayuda al desarrollo y mantenimiento del complejo húmico-arcilloso el cual es fundamental para la movilización de nutrientes, contribuye a mantener un pH del suelo óptimo lo que contribuye a la absorción de nutrientes", por lo que puede haber habido mayor absorción de los nutrientes fósforo y potasio, los cuales participan de forma directa en la formación del sabor del tomate. Ruiz Sánchez (2007), señala también que en la pulpa del fruto de tomate, variables como conductividad eléctrica, contenido de potasio, acidez titulable, sólidos solubles totales, carotenos y licopeno generalmente aumentan a mayor nivel de potasio aplicado.

### **Conclusiones:**

Es importante destacar que si bien el AOC actúa como un fertilizante, brindando una rápida provisión de nutrientes al cultivo, no superó de manera significativa en rendimiento al abono de chivo, ni tampoco hubo diferencia de peso de fruto, ni racimos por planta.

Se obtuvieron diferencias en las variables acidez titulable y en consecuencia en la relación °Brix/ acidez, siendo más favorable para el tratamiento con abono de chivo. Esto puede deberse al mayor contenido de materia orgánica de este abono, brindando mejores condiciones para la absorción de potasio que interviene directamente en el sabor.

Debido al régimen de temperaturas, se recomienda buscar variedades precoces para evitar pérdidas en la cosecha por falta de madurez o bien esta variedad, aplicando todas aquellas prácticas que inducen a precocidad.

Los rendimientos obtenidos son muy buenos si lo comparamos con las medias nacionales y lo son más teniendo en cuenta que se obtuvieron sobre un suelo nuevo cuya fertilidad de base no se había aumentado, que el cultivo tuvo estrés hídrico que motivó la podredumbre apical y falta de color verde intenso del follaje (señal posible de falta de Nitrógeno). Productores orgánicos de tomate utilizan abonos solubles orgánicos para aumentar la entrega de nutrientes a las plantas, hecho que no pudo hacerse en este caso ya que la idea era medir el efecto entre los dos abonos del ensayo.

Si se mejoran esas condiciones, aporte de abono de base, aplicación de abonos solubles y riego adecuado, es probable que el rendimiento potencial sea más alto, haciendo viable la producción bajo cubierta de esta variedad de tomate para la región.

## Bibliografía

Brandán de Antoni E Z, Gonzáles A G & Seco E. 2009. Tomate destinado a industria. Universidad Nacional de Catamarca. Editorial Científica Universitaria. Catamarca. 35 pp.

Bugarín-Montoya R, *et al.* 2002. Demanda de potasio del tomate tipo saladette. Terra, 20.

Clemente Lezama N. 2010. Calidad postcosecha de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) producido con agua residual y de pozo en hidroponía y suelo. Tesis presentada para optar por el título de Maestro en Ciencias en Horticultura. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Fitotecnia, Universidad autónoma Chapingo. Director: Dr. R. Nieto Ángel. Asesores: Dra. M.D. R García Mateos, J.J.E. Corrales García. 73pp.

Fiorentino R *et al.* 2011. Articulación de los agricultores familiares en la cadena agroindustrial de tomates. Estudios e investigaciones Nº 30. 1ª edición (electrónica). Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca de la nación. PROINDER. 72pp.

González V & Pomares F. 2008. La fertilización y balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Valencia. 24pp.

Hernández Yépez J N. 2013. Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (*Lycopersicon esculentum* var. *España*) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente. Tesis presentada para optar por el título de Doctor en Tecnología de los Alimentos. Departamento de bromatología y tecnología de los alimentos, Universidad de Córdoba. Director: Prof<sup>a</sup>. Dra. M T Sánchez Pineda de las Infantas. 199 pp.

Lazcano Ferrat I. 1998. Temperaturas altas y la deficiencia de Calcio en tomate. Boletín de informaciones Agronómicas. 3, 11 12.

López Camelo A. 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. 151. ISSN 1020-4334.

Méndez Casariego H, *et al.* 2008. Sistema de soporte de decisiones para la producción agrícola de los valles cordilleranos patagónicos. 1ª edición. INTA. CD ROM.

Mikkelsen RL. 2005. Sabor del tomate y nutrición de la planta: Breve revisión. Boletín de Informaciones Agronómicas, 59.

Ruiz Sánchez CA. 2007. Efecto del fertilizante potásico sobre la calidad química de los frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) bajo dos temperaturas. 25:286-302

Ruiz C& Túa D. 2005. INIA Divulga N° 4.

Scartascini Guillermo- Chacra "La Tranquerita" 2012. (CP)

Vigliola, Marta Irene. 2003. Manual de horticultura. Editorial Hemisferio Sur.235 pp.

Zárate Nicolás B H. 2007. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) hidropónico con sustratos bajo invernadero. Tesis de grado presentada para optar por el título de Maestro en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Instituto Politécnico Nacional. Directores de tesis: Dra. Y Donaji Ortíz Hernández. Dr. J Cruz Carrillo Rodríguez. 159pp.