

Producción y calidad de dos variedades de frutilla (*Fragaria x ananassa Duch*) en hidroponía en Santa Cruz

Yield and quality of two strawberry varieties (*Fragaria x ananassa Duch*) in hydroponia in Santa Cruz

Jorge A. Birgi^{1,2}, Verónica Gargaglione^{1,2,3}

gargaglione.veronica@inta.gob.ar

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación de Santa Cruz, Mahatma Gandhi 1322, Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina

² Universidad Nacional de La Patagonia Austral, ICASUR, UARG.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CIT Santa Cruz.

Recibido: 26/03/2021. Aceptado: 25/06/2021

RESUMEN

El cultivo de frutillas o fresas (*Fragaria x ananassa*) se encuentra diseminado por el mundo y en Argentina la producción se ha incrementado en los últimos años, incluso en el Sur de Patagonia, donde debido a las condiciones climáticas adversas este cultivo debe desarrollarse bajo cubierta. La tecnología hidropónica se presenta como una alternativa para obtener incremento del rendimiento y un uso más eficiente del agua y los recursos. En el presente estudio se evaluaron dos variedades de frutilla (“Fern” y “Sweet Ann”) bajo tecnología hidropónica en Nutrient Film Technique (NFT). Se encontraron diferencias significativas en producción entre las variedades. Los rendimientos medios obtenidos fueron 85,3 y 45,9 g/planta/mes para “Sweet” y “Fern”, respectivamente. La producción total de fruta a lo largo del período (noviembre-abril) fue de 511,8 (± 78) y 275,5 (± 64) g/planta para “Sweet” y “Fern”, respectivamente. En cuanto a calidad, la variedad “Sweet” presentó mayores valores de peso medio del fruto (16,8 g/fruto) y pH (3,6). No hubo diferencias entre ambas en el total de sólidos solubles (9,5 %). Los resultados del presente estudio muestran que la producción de frutillas, especialmente la variedad “Sweet”, en sistema hidropónico NFT, sería una opción productiva viable para la producción intensiva en Patagonia, ya que los valores de rendimiento y calidad de fruta se encuentran entre los obtenidos para este cultivo en sistemas convencionales o son incluso superiores a los informados en la región.

Palabras clave: cultivo intensivo; fruta fina; invernadero; NFT; Patagonia.

ABSTRACT

The cultivation of strawberries (*Fragaria x ananassa*) is spread throughout the world and in Argentina production has increased in recent years. Southern Patagonia has adverse climatic conditions and this crop must be developed under cover. Hydroponic technology is presented as an alternative to obtain increased performance and more efficient use of water and resources. We evaluated the performance of two strawberry varieties (Fern and Sweet Ann) under hydroponic technology in NFT. Mean yields obtained were 85.3 and 45.9 g/plant/month for Sweet and Fern, respectively and total production in the period was 511.8 (± 78) y 275.5 (± 64) for Sweet and Fern, respectively. In terms of quality, Sweet presented higher average fruit



weight (16.8 g/fruit) and pH (3.6) than Fern. No significant differences were found in total soluble solids (9.5 °Brix). The results of the present study show that the production of strawberries, especially the Sweet variety, in NFT hydroponic system would be a viable productive option for intensive production in Patagonia, since the yield and fruit quality values are among those obtained for this cultivation in conventional systems or are even higher than those reported for this zone.

Keywords: intensive culture; greenhouse; NFT; Patagonia.

INTRODUCCION

El cultivo de frutillas se encuentra diseminado por casi todo el mundo gracias a la creación de variedades con distintas adaptaciones ecológicas y a los modernos sistemas de manejo del cultivo. En Argentina, la producción de frutillas ha incrementado en el último tiempo y se cultivan anualmente unas 1.300 ha de frutilla con una producción aproximada de 45.5 mil toneladas durante todo el año (Kirschbaum et al., 2016). En el sur de Patagonia, dado las características climáticas desfavorables como las bajas temperaturas, escasez de precipitaciones y fuertes vientos que afectan seriamente a los frutos, este cultivo debe desarrollarse bajo protección (invernaderos o túneles) para obtener buenos rendimientos (Miserendino, 2007). En la provincia de Santa Cruz (sur de Patagonia, Argentina) el 33% de los productores familiares posee invernaderos, en donde se producen cultivos intensivos entre los que se destacan la frutilla. Este cultivo en general se produce con estructuras de bajo costo, como los microtúneles de polietileno, que se encuentran adaptados a las condiciones ambientales imperantes en la región, obteniendo mayores rendimientos que al aire libre. En este sentido, cabe destacar que a excepción de estas estructuras de polietileno, estos núcleos de agricultura familiar no poseen sistemas tecnificados que permitan aprovechar el rendimiento potencial de especies como la frutilla, que con un manejo adecuado puede alcanzar valores de producción bajo cubierta entre 120 y 1200 gr/planta en la región Patagónica (Miserendino, 2007).

Una alternativa para lograr una eficiente producción es el cultivo hidropónico, el cual consiste en la nutrición de las plantas mediante el uso de una fina lámina de solución nutritiva, permitiendo tener control sobre la disponibilidad de nutrientes y el oxígeno, ayudando a optimizar los recursos sin la existencia de suelo y anclados a un sustrato inerte (Recamales et al., 2007). La producción hidropónica abarca múltiples metodologías en diversas especies, pero con un factor común, la ausencia de suelo como anclaje de la planta o sustento nutricional. Esta técnica, muy atractiva en zonas áridas y semiáridas, o en lugares con suelos pobres, se basa en la formulación de soluciones nutritivas que contienen todos los nutrientes esenciales para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas. Para ello, se utiliza el agua como vehículo de las sales nutrientes y sustratos inertes para anclar al sistema las plantas en producción. Varios autores postulan que, en comparación a un cultivo convencional en suelo, la hidroponía tiene ciertas ventajas comparativas como ser un uso más eficiente del agua, menores problemas fitosanitarios derivados del suelo y en consiguiente el no uso de pesticidas (Recamales et al., 2007; Gruda, 2009). Asimismo, el cultivo hidropónico de frutillas presenta algunas ventajas técnicas y económicas como ser una más fácil cosecha y una producción de frutos más temprana, lo cual la hace atractiva para los productores (Caruso et al., 2011). Existen algunos antecedentes de producción de frutillas en hidroponía en Sudamérica, por ejemplo, Copetti et al., 2012, evaluaron la producción de tres variedades en Brasil (Camarosa, Albion y Camino Real) obteniendo un rendimiento medio de 341 gr/planta para todas las variedades pero existiendo diferencias entre ellas en algunos parámetros relacionados a sus propiedades antioxidantes (Copetti, et al., 2012). Es importante destacar que, si bien existen antecedentes de

producción de frutillas en hidroponía, esta temática no ha sido evaluada en latitudes altas como es el caso del Sur de Patagonia. En estos sitios, la duración de los días es considerablemente mayor que en latitudes medias, con el consiguiente aporte de mayor cantidad de horas de luz para la producción, es decir se presenta un fotoperíodo más largo. En este sentido, se ha informado que la luz es uno de los factores más importantes que afectan el crecimiento de las plantas, la fotosíntesis y el rendimiento en el cultivo de frutillas (Hidaka et al., 2012), por lo que es importante considerar este factor, a la hora de implementar este cultivo. Por otra parte, no existen en la actualidad estudios comparativos entre cultivo convencional y cultivo hidropónico de frutillas para Patagonia, que le permitan al productor regional tomar decisiones certeras acerca de qué tipo de tecnología le es más conveniente aplicar. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de fruta obtenida de dos variedades de frutillas comerciales utilizadas frecuentemente en cultivos convencionales en Patagonia (Fern y Sweet Ann), bajo la tecnología hidropónica, a fin de poder obtener información acerca del desempeño hidropónico de este cultivo en estas latitudes y poder compararlo con los rendimientos que posee el cultivo convencional.

MATERIALES Y METODOS

Sitio de estudio

El estudio se realizó en un invernadero de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (51° 38' 53" S y 69° 12' 35" O), en la localidad de Río Gallegos, Santa Cruz. El clima de la zona se define como templado frío semiárido de meseta con una temperatura media anual de 7,6 °C y 239 mm de precipitación media anual. Los valores medios de radiación de 30 años para este sitio varían de 6.1 MJ m⁻² d⁻¹ en agosto a 19,1 MJ m⁻² d⁻¹ en diciembre (Peri y Bloomberg, 2002).

La estructura del invernadero donde se ubicó el ensayo presenta una superficie de 100 m², está recubierta con policarbonato alveolar de 6 mm con filtro UV. El mismo se encuentra equipado con tecnología hidropónica compuesta por tanques tricapa de almacenamiento de 600 litros, bombas centrífugas con impulsor fabricado en material plástico y una potencia de 0,5 hp. Estas bombas, además de mezclar la solución permanentemente, la recircularon a las cabeceras de producción mediante caños plásticos sin interrupciones.

Para determinar las condiciones ambientales del presente ensayo se registró la temperatura del aire, la temperatura de la solución y la densidad del flujo de fotones fotosintéticamente activo. La temperatura del aire y de la solución se midieron con un datalogger marca DECAGON® modelo Em5B que registró las mismas una hora. La luz fotosintéticamente activa (densidad del flujo de fotones) recibida por las plantas fue medida con una medidora barra PAR marca ApogeeModel MQ-301, durante 4 días (dos soleados y dos nublados) siempre a las 12:30 h del mediodía para conseguir el máximo ángulo solar.

Método de producción, plantación y nutrición de las plantas

El método hidropónico de producción elegido fue el de Nutrient Film Technique (NFT) que consiste en recircular por caños de sección cuadrangular una fina lámina de solución nutritiva que contenía todos los nutrientes necesarios el oxígeno disuelto para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo.

El día 19 de septiembre de 2017 se trasplantaron plantas de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch) de dos variedades comerciales tradicionalmente recomendadas para la región: Sweet Ann y Fern. Ambas variedades pertenecen a cultivares de días neutros, es decir que su floración es independiente del fotoperíodo, induciendo la yema floral en un amplio rango de temperatura que va entre los 8 y 25 °C (Caminiti, 2015). Todas las plántulas tenían un año de edad, provenían

del mismo proveedor, y no tenían hojas desarrolladas al momento de la instalación, solo la corona y el sistema radicular. Cada una de estas plántulas se ancló al sistema usando goma espuma insertada en un agujero de cinco cm de diámetro (Figura 1) en los caños de producción dispuestos para tal. Las bateas estaban conformadas por seis caños de sección cuadrangular fabricados en PVC perforados cada 20 cm para la colocación de las plantas de forma individual (Fig. 1).

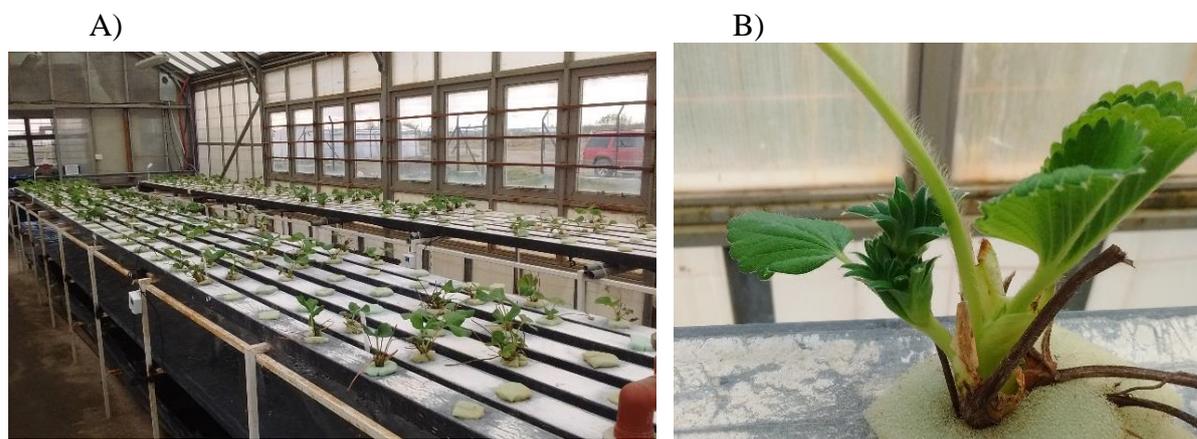


Figura 1. Esquema de producción en hidroponía en NFT donde se evaluaron dos variedades de frutilla en Patagonia. A) Se observan las dos mesadas de producción, cada una con 6 canales en donde se anclaron las plantas con goma espuma. B) Detalle del anclaje de la planta.

La nutrición se realizó mediante la solución multipropósito FIL Hidroponia® (Tabla 1). Se optó por utilizar esta solución ya que es la más frecuentemente utilizada por los productores de la zona y además es una de las pocas que brinda información acerca de los porcentajes de los macro y micro nutrientes que la componen. Esta solución multipropósito viene fraccionada por el fabricante en solución A (macronutrientes) y solución B (micronutrientes) cuya composición nutrimental se especifica en la Tabla 1. Para el armado de las soluciones se utilizaron las siguientes proporciones de cada una: 960 gr A y 240 gr B en 10 litros de agua cada una de ellas, luego estas soluciones fueron diluidas a un volumen final de 600 litros, lo que le daba al sistema una autonomía de cinco a siete días, al cabo de los cuales se volvían a preparar las soluciones. En cada preparación se monitoreaban parámetros de pH y conductividad eléctrica de la solución con un peachímetro/conductímetro marca Martini Instruments® modelo Mi 806. Se trató que la solución siempre estuviera por encima de una conductividad eléctrica de $2,0\text{mS cm}^{-1}$.

Mediciones de Producción y calidad

La primera cosecha ocurrió el 24 de noviembre y las sucesivas se realizaban una vez por semana durante el pico máximo de producción y luego cada 15 días, dependiendo de la maduración de los frutos. El índice de cosecha utilizado fue cuando los frutos tenían la totalidad de la superficie cubierta por el color rojo característico. Para la variable rendimiento en fresco, en cada fecha de muestreo, se colectó el total de la fruta madura y se registró el peso de cada fruto individualmente con una balanza Pionner® modelo Ohaus 1502. Para determinar la calidad de la fruta, se eligieron al azar cinco frutos de cada repetición y se trituraron con un mortero hasta obtener una pulpa para la extracción del zumo. Con este zumo se determinó la cantidad de sólidos solubles totales (Grados Brix) con un refractómetro marca Milwaukee® modelo MR32ATC a 20°C (Quezada et al. 2007) y también se determinó pH con un peachímetro portátil marca Martini Instruments® modelo Mi805.

Tabla 1. Detalle de la composición química y proporciones de la solución nutritiva multipropósito utilizada en el presente estudio para el cultivo de dos variedades de frutilla (*Fragaria x ananassa*).

MACRONUTRIENTES (Solución A)		
Concentración (%)	Compuesto	Composición
43.9	Nitrato de Calcio	15,5% N; 10% Ca; 34,2% CaO
21.2	Nitrato de Potasio	13,8% N; 37% K; 46,6% CaO
19.1	Sulfato de Magnesio	8,3% n; 16,4% MgO
0.5	Sulfato de Amonio	21% N; 24% S
14.3	Fosfato Monopotásico	35,8% K ₂ ; 51,1% P ₂ O ₅
MICRONUTRIENTES (Solución B)		
1,0	Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo y Co	

Diseño experimental y análisis estadísticos

El diseño experimental correspondió a un diseño completamente aleatorizado, con dos factores (variedad y mes de producción) y 8 repeticiones. Cada repetición constó de un grupo de 12 plantas. Se situaron al azar las 8 repeticiones, con una separación entre ellas de 50 cm, ubicadas en dos mesadas de 0,65 x 8 m.

Para el análisis de las variables de producción por planta, número de frutos por planta, peso medio del fruto, grados Brix del zumo y pH del zumo se realizaron ANOVAS con un nivel de significancia $p = 0,05$ para detectar diferencias significativas entre las dos variedades evaluadas. En caso de detectar diferencias significativas, estas fueron separadas utilizando el test de Tukey ($p < 0,05$). Estos análisis fueron realizados utilizando el software estadístico Infostat v. 2018 (Di Rienzo et al., 2018).

RESULTADOS

Condiciones ambientales y de la solución

La temperatura media del aire a lo largo del periodo de producción (septiembre a abril) osciló entre los 15 y 19 °C, con excepción del mes de abril, donde la media fue de 11,8 °C (Fig. 2 A). Asimismo, las temperaturas mínimas medias oscilaron entre 3 y 8°C y las máximas medias entre 23 y 41 °C (Fig. 2 A). La temperatura media de la solución nutritiva osciló entre los 14 y 21°C a lo largo del período de producción (Fig. 2B). La luz media incidente en la superficie del cultivo fue de 387 $\mu\text{moles m}^2 \text{s}^{-1}$. La conductividad eléctrica de la solución nutritiva fluctuó entre los 2,32 y 2,78 mS cm^{-1} a lo largo del período de producción (Fig. 2C) mientras que el pH de dicha solución osciló entre 5,61 y 6,33(Fig. 2C).

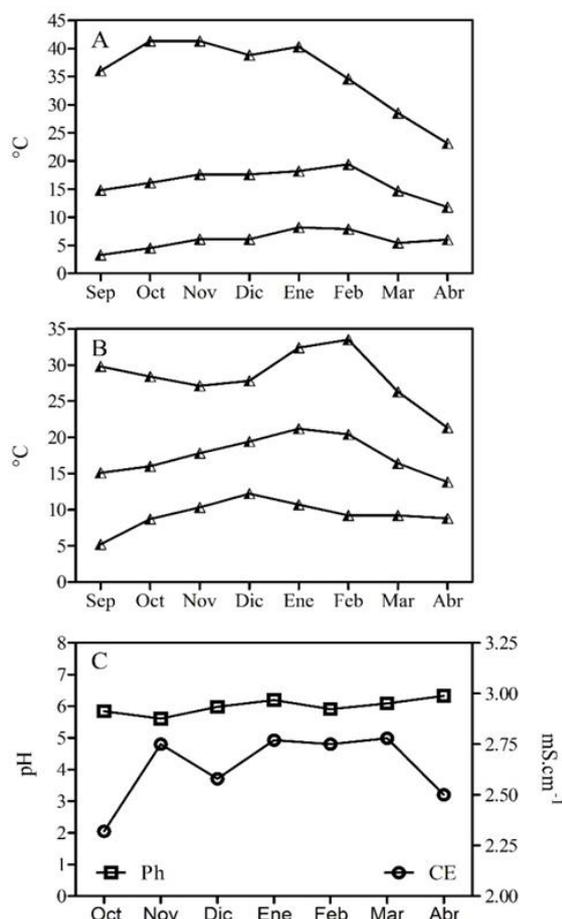


Figura 2. Valores de temperaturas medias, mínimas medias y máximas medias de A) el aire, B) de la solución nutritiva y C) parámetros de pH y conductividad eléctrica de la solución nutritiva durante el período de producción de frutillas en un invernadero con sistema NFT en Patagonia.

Producción de frutos

La temporada de cosecha se inició el 24 de noviembre y terminó el 15 de abril, siendo para ambas variedades el mes de febrero cuando se obtuvo el pico de máxima producción (Fig. 3A). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.0001$) en la producción media de frutos entre las dos variedades evaluadas. La variedad Sweet presentó 85,3 g/planta mientras que la variedad Fern solo presentó 45,9 g/planta (Tabla 2). La producción total de fruta a lo largo del período del presente estudio (24 noviembre-15 abril) fue de 511,8 (± 78) g/planta para la variedad Sweet y 275,5 (± 64) g/planta para Fern, respectivamente. Contrariamente, no se encontraron diferencias significativas en el número de frutos producidos por planta entre las dos variedades. La media fue de cinco frutos por planta a lo largo del período de producción (Tabla 2), con un pico máximo para ambas variedades durante el mes de febrero (Fig. 3B), donde se obtuvieron 18 frutos por planta (Tabla 2).

Figura 3. Rendimiento de dos variedades de frutilla (“Fern” y “Sweet Ann”) expresado en A) gr/planta y B) número de frutos por planta, a lo largo del período de producción en un cultivo hidropónico en NFT bajo invernadero en Patagonia. Las barras verticales indican el desvío estándar de la media.

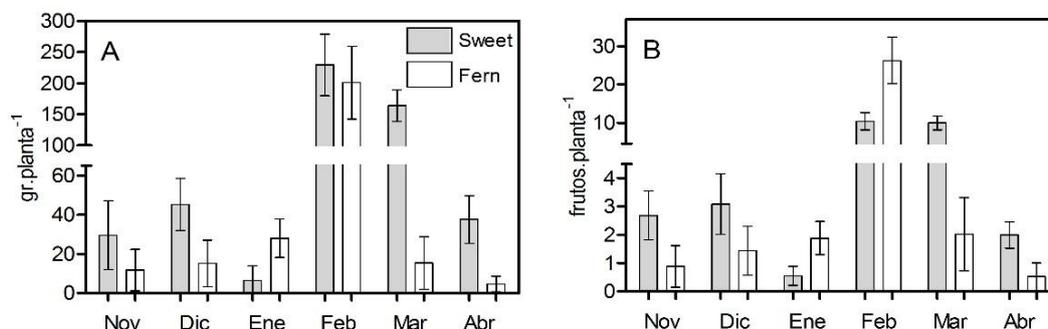


Tabla 2. Valores del resultado del ANOVAs ($p < 0,05$) realizado a las variables producción media de frutos y número de frutos por planta en un cultivo de frutillas en NFT en invernadero en Patagonia. Diferentes letras indican diferencias significativas.

Producción media de frutos (g/planta)					
Fuente de Variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Valor p
Modelo	590137,56	11	53648,87	83,17	<0.0001
Variedad	37233,4	1	37233,4	57,72	<0.0001
Mes	487865,8	5	97573,16	151,27	<0.0001
Variedad x mes	65038,36	5	13007,67	20,17	<0.0001
Test de Tukey $\alpha = 0,05$					
Variedad	Media	N	Diferencias significativas		
Sweet Ann	85,3	48	a		
Fern	45,92	48	b		
Mes					
Noviembre	20,67	16	a		
Diciembre	30,16	16	a		
Enero	17,23	16	a		
Febrero	215,02	16	b		
Marzo	89,49	16	c		
Abril	21,1	16	a		
Número de frutos por planta					
Fuente de Variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Valor p
Modelo	4892,89	11	444,81	105,72	<0,0001
Variedad	12,54	1	12,54	2,98	0,0879
Mes	3594,69	5	718,94	170,88	<0,0001
Variedad x mes	1285,66	5	257,13	61,11	<0,0001
Test de Tukey $\alpha = 0.05$					
Variedad	Media	N	Diferencias significativas		
Sweet Ann	4,78	48	a		
Fern	5,5	48	a		
Mes					
Noviembre	1,79	16	a		
Diciembre	2,26	16	a		
Enero	1,22	16	a		
Febrero	18,33	16	b		
Marzo	5,99	16	c		
Abril	1,26	16	a		

Calidad de fruta

Se encontraron diferencias significativas en el peso medio del fruto y el pH del zumo entre las variedades evaluadas, mientras que no se encontraron diferencias en la cantidad de sólidos solubles totales (Tabla 3). El peso medio de los frutos fue mayor en la variedad Sweet durante los meses evaluados, con excepción del mes de enero (Fig. 4C). Con respecto al pH, ambas variedades obtuvieron valores similares con excepción de los meses de diciembre y enero, donde la variedad Sweet obtuvo mayores valores que Fern (Fig.4B). Para el caso de los sólidos solubles, ambas variedades presentaron mayores concentraciones durante los meses de noviembre y diciembre (Fig.4A) con medias generales de 9,29 y 11,45 grados Brix, respectivamente (Tabla 3).

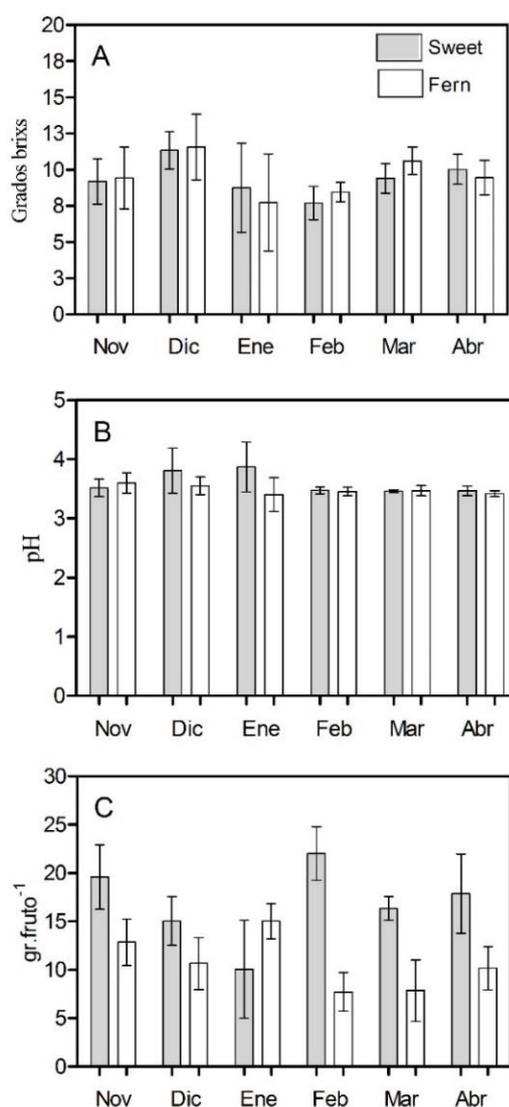


Figura 4. Parámetros de calidad de fruta (grados Brix, pH y gr/fruto) en dos variedades de frutilla (“Fern” y “Sweet Ann”) creciendo en condiciones de hidroponía en NFT en un invernadero al sur de Patagonia. Las barras verticales indican en desvío estándar de la media.

Tabla 3. Valores del resultado del ANOVAs ($p < 0,05$) realizado a las variables de calidad de fruta (peso medio del fruto, sólidos solubles totales y pH) en dos variedades de frutilla (Fern y Sweet Ann) en un cultivo en NFT en invernadero en Patagonia. Diferentes letras indican diferencias significativas.

Peso medio del fruto					
Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Valor F	Valor p
Modelo	1902,12	11	172,92	19,87	<0.0001
Variedad	895,05	1	895,05	102,87	<0.0001
Mes	200,44	5	40,09	4,61	0.0009
Variedad x mes	806,63	5	161,33	18,54	<0.0001
Test de Tukey $\alpha = 0.05$					
Variedad	Media	N	Diferencias significativas		
Fern	10,71	48	<i>a</i>		
Sweet	16,82	48	<i>b</i>		
Mes					
Noviembre	16,23	16	<i>a</i>		
Diciembre	12,84	16	<i>b</i>		
Enero	12,54	16	<i>b</i>		
Febrero	14,88	16	<i>a</i>		
Marzo	12,09	16	<i>b</i>		
Abril	14,02	16	<i>a</i>		
Sólidos Solubles					
Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Valor F	Valor p
Modelo	138,49	11	12,59	3,71	0,0003
Variedad	0,46	1	0,46	0,13	0,7147
Mes	124,44	5	24,89	7,34	<0,0001
Variedad x mes	13,59	5	2,72	0,8	0,5519
Test de Tukey $\alpha = 0.05$					
Variedad	Media	N	Diferencias significativas		
Sweet	9,4	48	<i>a</i>		
Fern	9,5	48	<i>a</i>		
Mes					
Noviembre	9,29	16	<i>ab</i>		
Diciembre	11,45	16	<i>c</i>		
Enero	8,24	16	<i>ab</i>		
Febrero	8,06	16	<i>a</i>		
Marzo	10,0	16	<i>bc</i>		
Abril	9,74	16	<i>abc</i>		
pH					
Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Valor F	Valor p
Modelo	1,97	11	0,18	4,26	<0,0001
Variedad	0,33	1	0,33	7,76	0,0066
Mes	0,8	5	0,16	3,79	0,0038
Variedad x mes	0,85	5	0,17	4,04	0,0025
Variedad	Media	N	Diferencias significativas		
Sweet	3,48	48	<i>a</i>		
Fern	3,60	48	<i>b</i>		
Mes					
Noviembre	3,56	16	<i>ab</i>		
Diciembre	3,68	16	<i>b</i>		
Enero	3,64	16	<i>ab</i>		
Febrero	3,46	16	<i>a</i>		
Marzo	3,46	16	<i>a</i>		
Abril	3,44	16	<i>a</i>		

DISCUSION

Los valores de temperatura media del aire en el invernadero del presente estudio durante el período del cultivo se encontraron dentro de los óptimos informados para obtener los mayores rendimientos del cultivo de frutilla, entre 15 y 20° C (Márquez, 2008; Palencia et al 2013). Los valores de conductividad eléctrica de la solución nutritiva utilizada en el presente ensayo se encontraron entre los informados por Morgan (2000) como óptimos para el cultivo de frutillas en hidroponía.

La producción máxima total obtenida en el presente estudio en febrero (120 g/planta) es similar a la informada por Palencia et al (2016) quienes evaluaron distintos sustratos para hidroponía y reportaron en su pico máximo de producción, 150 g/planta. Asimismo, los valores encontrados en el presente estudio fueron superiores a los informados por Chow et al (2002) quienes obtuvieron rendimientos de hasta 60 g/planta en frutillas de la variedad Redgauntlet en NFT. En cuanto a la producción total en la temporada, Palencia et al (2016) obtuvieron una producción total en la temporada (del 23 de enero al 31 de mayo) de alrededor de 911 g/planta, mientras que en el presente estudio la producción total en la temporada fue un poco inferior (512 y 275 g/planta para la variedad Sweet Ann y Fern, respectivamente). Por su parte, Copetti et al (2012) evaluando distintos cultivares de frutilla en NFT, pero en un período de cosecha de 87 días, informaron valores de 175, 234 y 342 g/planta para los cultivares Camino Real, Albion y Camarosa, respectivamente.

En cuanto a la calidad de la fruta, el peso medio de los frutos de la variedad Sweet en particular (16,8 gr/fruto) fue superior informado por Galleta et al (1995) para distintas variedades de la misma especie (*Fragaria x ananassa*) en cultivo convencional (entre 8,6 y 12,8 gr/fruto) y los valores de ambas variedades de este estudio fueron muy superiores al informado por Caruso et al (2011), quienes obtuvieron 1,25 gr/fruto para otra especie de frutillas (*Fragaria vesca*) en hidroponía y a lo encontrado por Chow et al (2002) (0,62 g/fruto) en la variedad Redgauntlet en NFT. Estas diferencias pueden deberse a diferencias entre variedades, que en nuestro caso son variedades que dan altos pesos medios de fruto y un menor número de frutos por planta. Por otra parte, los valores de pH encontrados en este estudio para ambas variedades son similares a los informados por Recamales et al (2007) en el cultivo de frutillas con diversos sustratos (sin suelo) y a los obtenidos por Kallio et al (2000), quienes evaluaron distintas variedades en condiciones diferentes. En este estudio, la variable pH se mostró bastante constante a lo largo del período de cosecha, mostrando un ligero incremento solamente en el mes de diciembre. De las dos variedades evaluadas, Sweet presentó significativamente mayor valor de pH, lo que se condice con su mayor dulzor en la boca.

Contrariamente, no se encontraron diferencias en la cantidad total de sólidos solubles entre las variedades evaluadas en este estudio. El valor medio de 9,5 grados Brix encontrado en el presente trabajo está dentro del rango informado por Galleta et al (1995) como el más frecuente en frutillas (entre 9 y 12 %), y a su vez está por encima del mínimo 7% que es usualmente recomendado en frutillas para obtener un buen sabor (Cordenunsi et al 2003; Pelayo et al., 2003). En este sentido, los parámetros de calidad de fruta evaluados en el presente estudio tanto el peso medio del fruto, pH y sólidos solubles indican que se obtuvieron frutas de muy buena calidad, sobre todo en la variedad Sweet, en el sistema hidropónico.

CONCLUSIONES

El presente estudio evidencia que la producción de frutillas en sistema hidropónico NFT sería una opción viable para la producción intensiva en Patagonia. Asimismo, los resultados obtenidos muestran a la variedad Sweet como una buena alternativa productiva para realizar



hidroponía en la zona, ya que obtuvo rendimientos similares a los registrados en otras latitudes y muy buenos parámetros en cuanto a calidad de los frutos. Asimismo, los resultados obtenidos en hidroponía se muestran promisorios comparando con el método tradicional de producción (en suelo) en invernadero en la región patagónica, ya que el rango de producción de esta especie en esta región oscila entre los 250 y 1200 g/planta, dependiendo de la variedad y el manejo específico del cultivo (Miserendino, 2007). En este sentido, si bien en este estudio no se obtuvieron los rendimientos máximos reportados para frutilla en la región, es imprescindible poner en consideración otros factores preponderantes como ser un uso más eficiente del agua utilizada (Albaho et al., 2008), la no utilización de agroquímicos para combatir especies dañinas presentes en el suelo (Treftz et al., 2015) y una mayor homogeneidad del cultivo y simplicidad de las cosechas.

Estos resultados son los primeros realizados en latitudes tan altas del hemisferio Sur y posicionan a la hidroponía como una alternativa interesante tanto desde el punto de vista de rendimientos del cultivo como de un uso más sustentable del agua para la producción, la no utilización de pesticidas para combatir enfermedades provenientes del suelo y la posibilidad de producir en climas adversos como el del sur de Patagonia.

BIBLIOGRAFIA

- ALBAHO, M., THOMAS, B. and CHISTOPHER, A. (2008). Evaluation of hydroponic techniques on growth and productivity of greenhouse-grown bell pepper and strawberry. *International Journal of Vegetable Science* 14 (1):23-40. doi.org/10.1080/19315260801890492
- CAMINITI, C. A. (2015). Cultivo de frutillas en la provincia de Neuquén. Ediciones INTA. ISSN:1667-4014.
- CARUSO, G., VILLARI, G., MELCHIONA, G. and CONTI, S. (2011). Effects of cultural cycles and nutrient solutions on plant growth, yield and fruit quality of alpine strawberry (*Fragariavesca* L.) grown in hydroponics. *ScientiaHorticulturae*, 129 (3):479-485. doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.020
- CHOW, K.K., PRICE, T.V. and HANGER, B.C. (2002). Effects of nitrogen, potassium, calcium concentrations and solution temperatures on the growth and yield of strawberry cv. Redgauntlet in a nutrient film (NFT) hydroponic system. In XXVI International Horticultural Congress: Protected Cultivation 2002: In Search of Structures, Systems and Plant Materials for 633:315-327. Doi:10.17660/ActaHortic.2004.633.39
- COPETTI, C., BORGES, G.S., BARCELOS-OLIVEIRA, J.L., GONZAGA, L.V., FETT, R. and BERTOLDI, F.C. (2011). Antioxidant activity and productivity of different strawberry cultivars (*Fragaria* × *ananassa*Duch.) produced in a hydroponic system. In II International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics 947: 367-374. Doi:10.17660/ActaHortic.2012.947.47
- CORDENUNSI, B.R., NASCIMENTO, J.R.O. and LAJOLO, F. M. (2003). Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem.* 83:167–173. DOI: doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00059-1.
- DI RIENZO, J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., GONZALEZ, L., TABLADA, M. y ROBLEDO, C. W. (2008). Infostatversión 2018. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. (Disponible en: www.infostat.com.ar).
- GRUDA, N. (2009). Do soilless culture systems have an influence on product quality of vegetables? *Journal of Applied Botany and Food Quality* 82:141 – 147.
- GALLETTA, G.J., MASS, J.L., ENNS, J.M., DRAPER A.D. and SWARTZ, H.J. (1995). “Mohawk” strawberry. *Hort Science* 30:631–634.



- HIDAKA, K., ITO, E., SAGO, Y., YASUTAKE, D., MIYOSHI, Y., KITANO, M., MIYAUCHI, K., OKIMURA, M. and IMAI, S. (2012). High yields of strawberry by applying vertically moving beds on the basis of leaf photosynthesis. *Environmental Control in Biology*(50):143-15.doi.org/10.2525/ecb.50.143
- KALLIO, H., HAKALA, M., PELKKIKANGAS, A.M. and LAPVETELAINEN, A. (2000). Sugars and acids of strawberry varieties. *Eur. Food Res. Technol.* 212:81–85. doi.org/10.1007/s002170000244
- KIRSCHBAUM, D. S., VICENTE, C.E., CANO-TORRES, M. A., GAMBARDELLA, M., VEIZAGA-PINTO, F.K. and ANTUNES, L.E. (2016). Strawberry in South America: from the Caribbean to Patagonia. In VIII International Strawberry Symposium (1156): 947-956.
- MISERENDEINO, E. (2007). Frutilla: Implantación del cultivo bajo cubierta en Patagonia. Esquel Argentina. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_agricultura12_frutilla.pdf
- MÁRQUEZ, J. A. (2008). The geographical setting of strawberry fields. In: Junta de Andalucía (ed). *The Strawberry Crop at Huelva*. 47-100.
- MORGAN, L. (2000). Grow your own hydroponic strawberries. *The best of The Growing Edge*. New Moon Publishing, Inc. Oregon. USA, 99-102.
- PALENCIA, P., MARTÍNEZ, F., MEDINA, J.J and LÓPEZ-MEDINA, J. (2013). Strawberry yield efficiency and its correlation with temperature and solar radiation. *Horticultura Brasileira* 31(1): 93-99. doi.org/10.1590/S0102-05362013000100015
- PALENCIA, P., BORDONABA, J.G, MARTÍNEZ, F. and TERRY, L.A. (2016). Investigating the effect of different soilless substrates on strawberry productivity and fruit composition. *Scientia Horticulturae* 203:12-19. doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.005
- PELAYO, C., EBELER, S.E. and KADER, A. A. (2003). Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 °C in air or air + 20 kPa CO₂. *Postharvest Biology and Technology*, 27 (2): 171-183. [doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00059-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00059-5)
- PERI, P.L. y BLOOMBERG, M. (2002). Cortavientos en el sur de la Patagonia, Argentina: una revisión de la investigación sobre modelos de crecimiento, reducción de la velocidad del viento y efectos en los cultivos. *Sistemas agroforestales*, 56 (2): 129-144.
- RECAMALES, A. F., MEDINA, J.L. and HERNANZ, D. (2007). Physicochemical characteristics and mineral content of strawberries grown in soil and soilless system. *Journal of Food Quality* 30(5): 837-853. doi.org/10.1111/j.1745-4557.2007.00154.x
- TREFTZ, C. and OMAYE, S. T. (2015). Comparison between Hydroponic and Soil-Grown Strawberries: Sensory Attributes and Correlations with Nutrient Content. *Food and Nutrition Sciences* 6(15):1371. DOI: [10.4236/fns.2015.615143](https://doi.org/10.4236/fns.2015.615143)