

INFORME DE AVANCE

“Factibilidad técnica y económica del cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en sustrato en las principales regiones productoras de la Argentina”



Acuerdo de cooperación:



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina



DON ANTONIO
Es un producto de
Patagonia Agrícola S.A.



INFORME DE AVANCE

Mayo 2020

“Factibilidad técnica y económica del cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en sustrato en las principales regiones productoras de la Argentina”

Compiladora: Analía Puerta

Autores (por orden alfabético):

Adlercreutz Enrique

Borquez Ana María

García Leonardo

Castañares José Luis

Mollinedo Victor

Pernuzzi Cristian

Puerta Analía

Sartal Carolina

Sordo María del Huerto

INTA- Proyecto “Tierra Sana”. Alternativas sustentables para la desinfección de suelos y sustratos en los cultivos de hortalizas, frutilla y ornamentales

INDICE

- 1- RESUMEN**
- 2- INTRODUCCION**
- 3- FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**
- 4- PARTICIPANTES**
- 5- METODOLOGÍA DE TRABAJO**
- 6- DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES INSUMOS UTILIZADOS PARA EL CULTIVO DE FRUTILLA EN SUSTRATO. CONSIDERACIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES PARA SU USO**
 - MATERIAL VEGETAL. PLANTINES DE FRUTILLA VARIEDAD SAN ANDREAS- VIVERO “DON ANTONIO”
 - SUSTRATO DE CRECIMIENTO. SACOS DE CULTIVO HYDRO P GROWMIX® - TERRAFERTIL S.A
 - FERTILIZANTES. COMPO EXPERT S.R.L
 - INSTALACIONES
 - ESTRUCTURAS PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO BAJO CUBIERTA
 - ESTRUCTURAS DE SOSTEN PARA LA UBICACIÓN DE LOS SACOS DE CULTIVO
 - SISTEMAS DE RIEGO
- 7- DESCRIPCION Y PARTICULARIDADES DE CADA PARCELA EXPERIMENTAL SEGÚN ZONA PRODUCTORA**
 - CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA PRODUCTIVA
 - CARACTERIZACIÓN DEL CULTIVO DE FRUTILLA EN LA ZONA
 - DESCRIPCION GENERAL DEL ENSAYO
 - TRATAMIENTOS EVALUADOS
 - FORMULACIÓN NUTRITIVA
 - RESULTADOS
 - PERSPECTIVAS
- 8- CONCLUSIONES GENERALES**
- 9- PRODUCTOS DE DIFUSION Y COMUNICACIÓN**
- 10- BIBLIOGRAFIA**

1- RESUMEN

El presente informe tiene por objetivo presentar las actividades y resultados preliminares generados durante el primer año del acuerdo de trabajo, iniciado en el año 2019 referido a la factibilidad técnica y económica del cultivo de frutilla en sustrato en las principales regiones productoras de la Argentina.

El trabajo fue impulsado por el proyecto “Tierra sana” (INTA-ONUUDI), como parte de las actividades llevadas a cabo para contribuir con la disponibilidad de alternativas sustentables para el cultivo de frutilla.

El cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa*) bajo el sistema de producción sin suelo es una tecnología de reconocida eficiencia y de masiva implementación en países desarrollados y altamente tecnificados.

En la Argentina, la producción de frutilla en sustrato se vislumbra como una alternativa creciente, presentando un potencial aún no determinado, y representando una oportunidad única para el sector. Este sistema representaría una alternativa para la producción de frutilla y contribuiría al reemplazo de desinfectantes químicos de suelos y sustratos.

Los resultados expuestos fueron generados por un equipo de trabajo multidisciplinario conformado por profesionales del INTA, de la UNLu, productores referentes del cultivo de frutilla, asesores privados y empresas específicas del sector.

Se desarrollaron 6 unidades experimentales del sistema de cultivo de frutilla en sustrato bajo cubierta, en las principales regiones productoras del país: Coronda-Santa Fe, Famaillá-Tucumán, Luján-Buenos Aires, San Pedro-Buenos Aires, y dos en Mar del Plata-Buenos Aires.

Se utilizó la variedad “San Andreas” (UC - Eurosemillas), provista por el vivero “Don Antonio”. La implantación del cultivo fue adecuada en todas las zonas, mostrando un rápido crecimiento inicial.

El cultivo se desarrolló en sustrato. Se utilizaron sacos de cultivo HydroP Growmix®, de la empresa Terrafertil S.A., compuestos por una mezcla de turba, compost de corteza y perlita. Los mismos se dispusieron en diferentes estructuras de sostén, elevadas y cercanas al suelo, construidas con distintos materiales, según la disponibilidad y preferencias de las zonas. Todas resultaron adecuadas para el crecimiento del cultivo.

Se utilizaron fertilizantes de la empresa Compo Expert S.R. L, seleccionando distintas formulaciones de la línea Hakaphos y Fetrilon Combi, que permitieron la adecuada nutrición de las plantas en cada etapa de desarrollo.

Se evaluaron diferentes densidades de plantación (6, 7, 8, y 10 plantas/saco, siendo su equivalente 6,66 plantas/m lineal, 7,77 plantas/ m lineal, 8,88 plantas/m lineal, 11,11 plantas/m lineal). Se registraron los principales parámetros de rendimiento y calidad.

También se presentan otras experiencias muy valiosas referidas a distintas mezclas de sustratos, tanto comerciales como caseras, y a diferentes estructuras donde disponer los sacos de cultivo.

Los ensayos experimentales aún se encuentran en desarrollo en las distintas zonas productoras. Sin embargo, es posible arribar a las siguientes conclusiones generales:

En todas las experiencias se logró la implantación y cosecha del cultivo. Los rendimientos y calidad de fruta, variaron según la zona productoras y el manejo implementado, siendo aceptables comercialmente. Es necesario realizar al menos un segundo año de cultivo, para poder corroborar las tendencias observadas y evaluar la factibilidad económica del sistema.

En general se observó que el periodo de cosecha se extendió en todas las regiones, situación muy ventajosa comercialmente porque permitiría mantener la oferta a lo largo del año y/o cubrir costos en determinados periodos. También se observó una notable homogeneidad de la producción, tanto en cada cosecha como a lo largo de las estaciones del año.

Las plantas presentaron adecuado estado general durante todo el ciclo del cultivo. La sanidad general fue muy buena. Se evitó el uso de fumigantes de suelos y cuando aparecieron plagas se pudieron controlar con productos específicos rápidamente.

En el cultivo en sacos, se vieron facilitadas todas las tareas y se mejoró la ergonomía para los trabajadores. Además, las labores se realizaron con independencia de las condiciones climáticas.

La adecuada formulación de la solución nutritiva es clave para el rendimiento del cultivo y la calidad de agua es determinante para ello.

2- INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objetivo presentar la información generada durante el acuerdo de trabajo iniciado en el año 2019 referido a la factibilidad técnica y económica del cultivo de frutilla en sustrato en las principales regiones productoras de la Argentina.

Este trabajo se encuentra dentro de las actividades correspondientes al proyecto “Tierra Sana”, referido a la búsqueda e implementación de alternativas sustentables para la desinfección de suelos y sustratos. El mencionado proyecto se origina cuando la Argentina se adhiere al Protocolo de Montreal, comprometiéndose internacionalmente a eliminar las sustancias que dañan la capa de ozono, como el Bromuro de metilo utilizado para la desinfección de suelos y sustratos. Se han generado alternativas químicas, físicas y biológicas que permitieron reemplazar más del 96 % del Bromuro utilizado originalmente en el país. Actualmente los esfuerzos y el trabajo del equipo técnico están orientados a mantener la difusión e implementación de las alternativas generadas como a evaluar otras que contribuyan a alcanzar la meta de “Bromuro cero” para nuestro país.

La producción de frutilla bajo el sistema de cultivo sin suelo, es una alternativa que contribuyó al reemplazo del bromuro de metilo en otros países firmantes del Protocolo de Montreal. En Argentina, es necesario evaluar la factibilidad técnica y económica para su adecuada implementación.

Los resultados expuestos en éste informe, fueron generados por un equipo de trabajo multidisciplinario conformado por profesionales de INTA, de la UNLU, asesores privados, productores referentes del cultivo de frutilla y empresas específicas del sector.

Los ensayos experimentales aún se encuentran en desarrollo en las distintas zonas productoras, por lo tanto, los resultados que se presentan son preliminares.

3- FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS DEL TRABAJO

El cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa*) bajo el sistema de producción sin suelo es una tecnología de reconocida eficiencia y de masiva implementación en países desarrollados y altamente tecnificados, como Japón, Holanda, España y EE UU. Recientemente, países latinoamericanos como México, Perú, Brasil y Chile, entre otros, han incorporado ésta tecnología, posibilitando el acceso a nuevos mercados e incorporando valor agregado a su producción. Se ha comprobado que con éste sistema se consigue mayor productividad y rentabilidad, mayor eficiencia en el aprovechamiento de la superficie y de los recursos naturales, reducción en el uso de agroquímicos, incremento en el bienestar de los trabajadores ya que mejora la ergonomía de las operaciones, especialmente las de cosecha y expansión de las fronteras productivas, posibilitando la producción en zonas no aptas para el cultivo, ya sea por problemas sanitarios o por el alto valor inmobiliario de la superficie (Jica, 2003; López-Medina, 2004; Lieten, 2013, Malik *et al.*, 2014; Adak *et al.*, 2018).

En la Argentina, existen emprendimientos comerciales que están incorporando la tecnología del cultivo sin suelo con muy buenos resultados, especialmente en ornamentales, diversas hortalizas de hoja y tomate. En la producción de frutilla, el cultivo sin suelo se vislumbra como una alternativa creciente, presentando un potencial aún no determinado en el país y representando por lo tanto una oportunidad única para dicho sector. Para lograr ello, es necesario el ajuste de ciertas variables técnicas y su adopción, y por otro lado la difusión masiva de las características de éste sistema.

El desarrollo eficiente de ésta tecnología representa una alternativa de producción y contribuye al reemplazo de desinfectantes químicos de suelos y sustratos, como el Bromuro de metilo, que continúa siendo utilizado en algunas regiones de nuestro país bajo la modalidad de “usos críticos”. Cabe destacar que las restricciones de uso de desinfectantes químicos son inminentes en el corto plazo, y los productores requieren incorporar alternativas de manejo que mantengan o mejoren la rentabilidad de sus producciones.

Por otro lado, y en consonancia con lo mencionado, el desarrollo del sistema de producción sin suelo se encuadra en los objetivos de desarrollo sostenible (“ODS”) trazados por las actuales políticas publicas según los lineamientos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y siendo priorizados en la agenda 2020 y 2030.

Por lo expuesto, el trabajo mancomunado entre sector público y privado contribuirá al crecimiento del sector de frutilla en la Argentina. Para lograr ello, se plantearon los siguientes objetivos;

Objetivo general:

Evaluar la factibilidad técnica y económica del sistema de producción de frutilla en sustrato para las principales regiones productoras de la Argentina, en un marco de sustentabilidad ambiental.

Objetivos específicos:

- 1- Desarrollar unidades experimentales de producción de frutilla en sustrato en las principales zonas productoras de frutilla del país.
- 2- Evaluar el rendimiento y la calidad del cultivo de frutilla en sustrato en cada zona productora utilizando diferentes densidades de plantación.
- 3- Realizar un análisis económico del sistema desarrollado por zona y en su conjunto.
- 4- Difundir los resultados obtenidos a productores, asesores y demás integrantes de la cadena comercial.

4- PARTICIPANTES

- INTA: proyecto “Tierra Sana” INTA-ONUUDI, Estación experimental agropecuaria (EEA) Famaillá, EEA San Pedro, Agencias de extensión rural (AER) Mar del Plata, AER Monte Vera OIT Coronda, AER Luján y AER Zarate.
- UNIVERSIDAD DE LUJAN (UNLu): equipo docente de Producción vegetal III (Horticultura), Fisiología Vegetal, Protección vegetal, Fitopatología. Centro de Investigación Docencia y Extensión en Producción Agropecuaria (CIDEPA).
- Vivero “DON ANTONIO”: empresa proveedora de los plantines de frutilla bajo licencia varietal de “Eurosemillas”.
- “COMPO EXPERT S.R.L”: empresa proveedora de los fertilizantes y correctores para la solución nutritiva.
- “TERRAFERTIL S.A”: empresa proveedora de los “sacos de cultivo” compuestos por el sustrato de crecimiento de las plantas.
- “MAR DEL VERDE S.R.L”: establecimiento productivo hortícola referente en la región de Mar del Plata, Buenos Aires.
- “CAMPOS DE FRUTILLA S.R.L”: establecimiento productivo frutícola referente en la región de Mar del Plata, Buenos Aires.
- “TREMEC S.A”: establecimiento productivo frutícola referente en la región de Coronda, Santa Fe.

5- METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se realizaron unidades experimentales en las principales zonas productoras de frutilla en la Argentina, según se detalla en la Tabla 1. En cada una se desarrollaron parcelas experimentales según un diseño experimental adecuado para cada situación. Se implementó un manejo agronómico que contempló las características de la producción local en cada zona.

Tabla 1. Unidades experimentales de producción de frutilla en sustrato en las principales regiones productivas de la Argentina.

UNIDAD EXPERIMENTAL	UBICACIÓN GEOGRAFICA	LUGAR DE DESARROLLO	REFERENTES
1. "Coronda"	Santa Fe: Coronda	Establecimiento productivo "Tremec S.A"	- Ing. Agr. María del Huerto Sordo. AER INTA Monte Vera. OIT Coronda. - Ing. Agr. Cristian Pernuzzi. Asesor técnico "Tremec S.A".
2. "Famaillá"	Tucumán: Famaillá	Campo experimental de la EEA INTA Famaillá	- Ing. Agr. Ana María Borquez. - Ing. Agr. M Sc. Victor Mollinedo - Ing. Agr. Jorge Mariotti EEA INTA Famailla
3. "La Polola"	Bs As Sur: Mar del Plata	Establecimiento productivo "Mar del verde S.R.L"	- Ing. Agr. M Sc. Enrique Adlercreutz. AER INTA Mar del Plata. - Francisco Di Iorio. Gerente de "Mar del verde S.R.L". - Ing. Agr. Ignacio Alvarez. Asesor técnico "Mar del verde S.R.L".
4. "Camet"	Bs As Sur: Mar del Plata	Establecimiento productivo "Campos de frutilla S.R.L"	- Ing. Agr. M Sc. Enrique Adlercreutz. AER INTA Mar del Plata. - Guillermo Parducci. Nicolás Parducci. Gerentes de "Campos de frutilla S.R.L". -Ing. Agr. Carolina V. Sartal. Asesora técnica "Campos de frutilla S.R.L". - Ing. Agr. Enrique Manzo. Asesor técnico "Campos de frutilla S.R.L".
5. "Lujan"	Bs As Noroeste: Luján	Campo experimental de la UNLu	- Ing. Agr. Leonardo García - Ing. Agr. José Luis Castañares - Ing. Agr. Analía Puerta. INTA-UNLu
6. "San Pedro"	Bs As Norte: San Pedro	Campo experimental de la EEA INTA San Pedro	- Ing. Agr. José Czepullis. EEA INTA San Pedro

Tratamientos evaluados

El primer interrogante en ésta etapa de trabajo fue determinar la densidad de plantación adecuada en cada zona, para el sistema de cultivo de frutilla en sustrato. Por lo tanto, se evaluaron diferentes densidades de plantación, tomando como referencia la densidad habitual del cultivo de frutilla en suelo y referencias bibliográficas de otros países para el cultivo de frutilla en sustrato llevado a cabo en sacos de cultivo.

A continuación, se presentan los tratamientos evaluados:

- 5 plantas/saco de cultivo
- 6 plantas/ saco de cultivo
- 7 plantas/saco de cultivo
- 8 plantas/saco de cultivo
- 10 plantas/saco de cultivo

Considerando las medidas del saco de cultivo utilizado (longitud: 0.9 m y volumen: 25 litros), a continuación, se presenta la densidad y volumen de sustrato disponible en cada tratamiento;

Tratamiento	Densidad (plantas/m lineal)	Volumen sustrato/ planta
5 plantas/saco de cultivo	5,55 plantas/ m lineal	5 litros
6 plantas/saco de cultivo	6,67 plantas/m lineal	4,16 litros
7 plantas/saco de cultivo	7,78 plantas/ m lineal	3,57 litros
8 plantas/saco de cultivo	8,89 plantas/m lineal	3,12 litros
10 plantas/saco de cultivo	11,11 plantas/m lineal	2,50 litros

La densidad de plantación final, dependerá de la disposición de las plantas en el saco y la distancia entre filas de cultivo implementada, según se detalla en la sección correspondiente a cada parcela experimental.

Parámetros de rendimiento y calidad determinados

Se determinaron los siguientes **parámetros rendimiento**:

- Peso de frutos comerciales y peso de frutos de descarte, expresados en g/planta; kg/m² y kg/m lineal.
- Número de frutos comerciales por planta, expresados en n°/planta; y n°/m lineal.

Y los siguientes **parámetros calidad**:

- Peso individual cada fruto
- Firmeza de fruto (con penetrómetro, g/cm²)
- Contenido de sólidos solubles totales (con refractómetro, grados Brix)
- Acidez titúlale
- Calibre (diámetro ecuatorial)
- Largo fruto individual

6- DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES INSUMOS UTILIZADOS Y CONSIDERACIONES PARA SU USO

MATERIAL VEGETAL

Se seleccionó la variedad “San Andreas” (UC -Eurosemillas), ya que permite el cultivo en todas las regiones geográficas bajo estudio. Dichas regiones representan a las principales zonas de producción de frutilla en el país. El uso de ésta variedad había presentado buenos resultados en ensayos previos de producción de frutilla en sustrato en la localidad de Coronda, provincia de Santa Fe, y en Bella Vista, Corrientes (INTA Informa, agosto 2018; INTA Informa, noviembre 2018).

Las principales características descritas por la empresa proveedora son las siguientes; es una variedad de día neutro moderado. Presenta fruta muy firme, con color rojo medio brillante, sabor y aroma destacable, siendo una planta muy precoz y productiva, teniendo que fomentar el desarrollo de coronas laterales antes que cuaje sus primeras frutas. Se recomienda cortar las primeras flores y estolones para estimular el crecimiento, y así lograr el desarrollo de 2 o 3 coronas laterales antes de que se produzca el cuaje de la fruta. Es más precoz que otras variedades como por ejemplo “Camarosa” y con curvas de producción estable durante todo el ciclo, manteniendo el tamaño de fruta hasta el final de la campaña y con muy buena producción. Otra ventaja es la poca necesidad de frío en vivero y la resistencia a enfermedades y plagas, especialmente *Phytophthora* y *Antracnosis* y a las inclemencias del tiempo, con menor incidencia de *Botritis* y *Oídio*.

(Fuente:<http://www.eurosemillas.com/es/variedades/fresa/item/27-san-andreas.html>, consultado 3 abril de 2020).



Figura 1. Cultivo de frutilla en sustrato. Variedad “San Andreas”. Eurosemillas.

Vivero “Don Antonio”.

En las experiencias bajo estudio, se utilizaron plantines “frescos” y plantines “frigo”¹, dependiendo de la época habitual de plantación para cada zona y posibilidades.

Así, en Famaillá y Coronda la plantación se realizó entre abril y mayo, utilizando plantines “frescos”. En Mar del Plata, la plantación se realizó entre febrero y marzo, con plantines “frigo”. En Lujan y San Pedro, si bien la época habitual de plantación es hacia la salida del verano (marzo, mayoritariamente) utilizando plantines “frigo”, la plantación se realizó por cuestiones operativas entre agosto y septiembre. En todos los casos, se logró la correcta implantación y un adecuado desarrollo del cultivo. El porcentaje de reposición de plantines (“porcentaje de fallas”) fue inferior a las plantaciones en suelo.

La plantación se realizó de forma tal de asegurar la correcta ubicación de las raíces en el saco de cultivo. En algunos casos se realizó en forma vertical y en otros en forma diagonal para otorgar mayor recorrido longitudinal de la raíz. Lo importante es asegurar que las raíces se ubiquen de forma tal que no queden torcidas o dobladas en su extremo apical. Se utilizaron las mismas herramientas que en las plantaciones de suelo, siendo todas aptas para éste sistema (Figura 2).

¹ Plantin “fresco”: plantines que se cosechan en el vivero luego de ocurridas las primeras heladas, para así poder recibir bajas temperaturas, necesarias para la acumulación de frío en las yemas de la corona.

Plantin “frigo”: plantines que una vez que recibieron los primeros fríos, se cosechan y almacenan en cámaras frigoríficas entrando en dormición, por un periodo de 6-8 meses aproximadamente.



Figura 2. Plantación de frutilla en sustrato en sacos de cultivo

El mantenimiento del cultivo consistió sólo en podas de estolones y de hojas viejas. A diferencia del cultivo en suelo, se evitó el desmalezado en la fila de plantación, lo que permite que las plantas crezcan sin competencia entre ellas.

SUSTRATO DE CRECIMIENTO

Se utilizó un sustrato de crecimiento provisto por la empresa Terrafertil S.A, compuesto por una mezcla de turba (turba de musgo sphagnum de fibras medias y gruesas, *Sphagnum* sp.), compost de corteza media, perlita, corrector de pH y fertilizante de inicio. Se utilizó el sistema de “sacos de cultivo” para el desarrollo de las plantas, cuya denominación comercial es “HydroP Growmix®” (Figuras 3 y 4).

Las características físico-químicas y composición de dicha mezcla son las siguientes:

- Características químicas:

pH*: 5,2 - 6,0 (corregido)

C.E*: 0,20 - 0,60 ds/m

M.O**: 85 - 90%

Cenizas**: 10- 15%

Relación C/N: 30-35

Humedad***: 55 - 65%

- Características físicas: ****:

Densidad sustrato seco: 150-180 Kg/m³

Densidad de partícula: 1600 Kg/m³

Porosidad total: 85-90%

Capacidad de retención de agua: 35-40%

Porosidad de aire: 45-50%
Agua fácilmente disponible: 25-30%

Metodología de referencia:

* Valores de pH y CE obtenidos mediante método de dilución en Vol. 1:2, sustrato: agua destilada

** Valores de materia orgánica y cenizas referidos a materia seca. Método de diferencia de pesos por uso de horno mufla a 500 °C en sustrato seco.

*** La humedad es determinada a través de estufa con turbo ventilación a 105 °C por 24 horas, o hasta peso constante.

**** Análisis físicos realizados según normas europeas UNE-EN 13041:2007.

En la composición del saco de cultivo, también está presente una cantidad de fertilizante con la función de dar una base nutricional para los primeros días de crecimiento. Como recomendación general, considerar que la dosis utilizada provee los nutrientes necesarios para un lapso no mayor a 15 días. A modo de referencia se presentan los valores de los principales nutrientes solubles contenidos en el extracto saturado del sustrato;

Nitratos: 300-450 ppm

Fosfatos: 50-100 ppm

Potasio: 200-300 ppm

Las medidas del saco son de 90 cm de largo, por 13 cm de alto, y 21 cm de ancho. Por lo tanto, el volumen de cada saco es aproximadamente de 25 litros. Considerar que luego de la hidratación de los mismos estas medidas pueden incrementarse.

(Fuente: Lara Armani. Responsable de producción y calidad. Terrafertil S.A.; https://www.terrafertil.com/hydro_p.html, consultado 3 abril de 2020).



Figura 3. Sacos de cultivo. Almacenaje previo a la plantación



Figura 4. Sacos de cultivo listos para el inicio de la plantación

Antes de la plantación, se llevaron a cabo los siguientes pasos para asegurar la correcta disposición de los sacos de cultivos;

- 1- Se colocaron horizontalmente sobre la estructura de sostén de forma tal de asegurar que los mismos queden nivelados, evitando la formación de la “panza”, especialmente en la zona central de los mismos.
- 2- Se instaló el sistema de riego elegido en cada parcela

- 3- Se procedió a la hidratación del saco. Para ello, se suministraron intervalos cortos de riego durante 24 hs. En general se realizaron 10 riegos de 5 minutos, a lo largo de un día. Luego de la hidratación, los sacos aumentaron su volumen. Por ello, se realizaron los ajustes necesarios para lograr la ubicación deseada.
- 4- Se verificó que los orificios ubicados en la base de los sacos queden descubiertos de modo de permitir el adecuado drenaje de los lixiviados.

FERTILIZANTES

En las parcelas experimentales la nutrición mineral del cultivo de frutilla en sustrato fue provista a través de soluciones nutritivas formuladas en su mayoría con fertilizantes de la marca comercial COMPO EXPERT S.R.L. Se utilizó la línea Hakaphos® y se complementó con micronutrientes de la línea Fetrilon Combi y aportes extra de calcio.

La solución nutritiva se realizó utilizando formulaciones compuestas de la línea Hakaphos®. Los productos seleccionados fueron Hakaphos base, Hakaphos violeta, Hakaphos rojo y Hakaphos naranja. Estos productos presentan la ventaja de contener diferentes nutrientes esenciales, que permiten el crecimiento del cultivo en las diferentes etapas de crecimiento. Contienen nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio y micronutrientes quelatados con EDTA, facilitando la absorción de los mismos. Cada formulación presentó una composición nutricional adaptada al objetivo de manejo buscado. En la Tabla 2, se presenta la composición nutricional de cada formulación y en la Tabla 3, las recomendaciones generales de uso para diferentes etapas de crecimiento vegetal.

Tabla 2. Composición mineral de fertilizantes Hakaphos® (H.) Violeta, Verde, Amarillo, Rojo, Naranja y Base.

Producto	Nitrógeno			Fósforo	Potasio	Magnesio	Azufre	Manganeso	Zinc	Boro	Hierro	Cobre	Molibdeno
	Total	Nitrico	Amóniacal	(P2O5)	(K2O)	(MgO)	(SO3)	(Mn)	(Zn)	(B)	(Fe)	(Cu)	(Mo)
H. Violeta 13-40-13	13	4,3	8,7	40	13	0,1	1	0,05	0,019	0,01	0,05	0,019	0,001
H. Verde 15-10-15+2	15	3,9	11,1	10	15	2	31	0,05	0,019	0,01	0,05	0,019	0,001
H. Amarillo 17-5-19	17	7,2	9,8	5	19	1,4	23	0,05	0,019	0,01	0,05	0,019	0,001
H. Rojo 18-18-18	18	9,9	8,1	18	18	1	2	0,05	0,019	0,01	0,05	0,019	0,001
H. Naranja 15-5-30	15	10,2	4,8	5	30	1,3	9	0,05	0,019	0,01	0,05	0,019	0,001
H. Base 7-12-40+2	7	7	0	12	40	2	11	0,05	0,019	0,01	0,05	0,019	0,001

Fuente: COMPO EXPERT S.R.L, consultado el 28 abril 2020. https://www.compo-expert.com.ar/fileadmin/user_upload/compo_expert/ar/documents/pdf/hakaphos_2017.pdf

Tabla 3. Recomendaciones generales de uso para diferentes etapas de crecimiento vegetal de la línea de fertilizantes Hakaphos®.

Hakaphos® Violeta 13-40-13	Rico en fósforo, fórmula de enraizamiento.
Hakaphos® Verde 15-10-15+2	Fórmula equilibrada para inicio y mantenimiento del cultivo.
Hakaphos® Amarillo 17-5-19	Fórmula de crecimiento, floración e inicio de fructificación.
Hakaphos® Rojo 18-18-18	Fórmula de floración y crecimiento equilibrado.
Hakaphos® Naranja 15-5-30	Fórmula de engorde y maduración.
Hakaphos® Base 7-12-40+2	Fórmula de terminación y maduración.

Fuente: COMPO EXPERT S.R.L, consultado el 28 abril 2020. https://www.compo-expert.com.ar/fileadmin/user_upload/compo_expert/ar/documents/pdf/hakaphos_2017.pdf

Por otra parte, es importante mencionar que éstos productos se destacan por su alta solubilidad, siendo ello fundamental para evitar obturaciones en el sistema de fertiriego y lograr una adecuada provisión de nutrientes a la planta. Presentan la particularidad que, al disolverse en agua, generan una reacción ácida en el medio, produciendo una disminución del pH en la solución nutritiva (pH 4,5 en solución al 15%). Ello representa una ventaja en el momento de confeccionar la formulación con fuentes de agua que presenten altos valores de pH, tal como ocurre en la mayoría de las aguas de riego utilizadas en distintas regiones productivas del país. Valores de pH bajos, mejoran la absorción de los nutrientes y ayudan a prevenir obstrucciones en los emisores de riego, debido a que se evita la formación de carbonatos “sarro”.

Como fuente de micronutrientes y oligoelementos se utilizó la línea Fetrilon® Combi 1 y 2, que contiene una relación balanceada de dichos componentes y al presentarse en forma de quelatos hidrosolubles facilitan la disponibilidad para el cultivo. En la Tabla 4 se presenta la composición de cada producto.

Tabla 4. Composición química de micronutrientes y oligoelementos en Fetrilon® Combi 1 y 2

	Fetrilon Combi 1	Fetrilon Combi 2
MgO (Óxido de magnesio soluble en agua)	3,3%	2%
Mn (Manganeso soluble en agua quelado por EDTA)	4%	3%
B (Boro soluble en agua)	0,5%	1,5%
Mo (Molibdeno soluble en agua)	0,1 %	0,05%
Cu (Cobre soluble en agua quelado por EDTA)	1,5%	0,5%
Zn (Zinc soluble en agua quelado por EDTA)	1,5%	4%
Fe (Hierro soluble en agua quelado por EDTA)	4%	4%
S (Azufre)	-	2,6%
Co (Cobalto)	-	0,005%

(Fuente: Elaboración propia en base a ficha técnica provista por la empresa)

La selección de cada fertilizante y la dosis de uso se diferenció en cada zona productiva, dependiendo de las características físico-químicas del agua de riego de cada sitio, de la etapa de crecimiento del cultivo y del manejo agronómico implementado.

De esta forma, se buscó facilitar la formulación de la solución nutritiva y se generó información para el cultivo de frutilla en sustrato, que era inexistente en el país hasta el momento del ensayo, permitiendo la comparación en las distintas zonas del país.

INSTALACIONES

ESTRUCTURAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO

En todas las experiencias bajo estudio, el cultivo se desarrolló “bajo cubierta”, es decir protegido por estructuras de cobertura superior y/o lateral con polietileno transparente. La elección de los diferentes modelos, dependió de las características climáticas y culturales de cada zona (Figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10).



Figura 5. Cobertura superior fija y laterales móviles. Coronda, Santa Fe.



Figura 6. Cobertura superior y lateral de polietileno “Tapadera”. Famaillá, Tucumán.



Figura 7. Invernadero tipo capilla simple con cobertura superior fija y laterales móviles. La Polola, Mar del Plata.



Figura 8. Invernadero tipo capilla simple. Camet, Mar del Plata.



Figura 9. Invernadero parabólico. Lujan, Buenos Aires



Figura 10. Macrotunel. San Pedro, Buenos Aires.

ESTRUCTURAS DE SOSTEN PARA LA UBICACIÓN DE LOS SACOS DE CULTIVO

Los sacos de cultivo fueron ubicados en estructuras sobre levadas, de aproximadamente 1 metro sobre el nivel del suelo. Se utilizaron diversos modelos y materiales, en función de la disponibilidad, preferencias y costos de cada zona (Figuras 11, 12, 13, 14, 15 y 16).

La instalación de los diversos sistemas de riego, las labores culturales, y el crecimiento del cultivo se llevaron a cabo sin inconvenientes en todos los tipos de estructuras experimentadas.



Figura 11. Estructura de sostén de sacos. Varillas de hierro, caños y alambre. Coronda, Santa Fe.



Figura 12. Estructura de sostén de sacos. Postes de madera y alambre. Famaillá, Tucumán.



Figura 13. Estructura de sostén. Doble fila de sacos. Postes de madera, alambres. La Polola, Mar del Plata.



Figura 14. Estructura de sostén de sacos en canaleta. Postes de madera, alambre, polietileno reciclado. Camet, Mar del Plata.



Figura 15. Estructura de sostén de sacos. Varillas de madera. Luján, Buenos Aires.



Figura 16. Estructura de sostén de sacos en suelo. Doble fila de ladrillos. Polietileno para cobertura. San Pedro, Buenos Aires.

SISTEMAS DE RIEGO

Se utilizaron sistemas de riego localizado de uso habitual para la producción de frutilla. En las parcelas experimentales de Coronda, Famaillá, Camet y Lujan se utilizó un sistema de riego a través de cintas de goteo, con goteros separados a 15 cm entre sí. La cinta de goteo fue colocada de forma tal que quedó ubicada dentro de cada saco, en la parte superior del mismo, entre el polietileno y el sustrato. Para ello, se realizó un orificio en el extremo de cada saco permitiendo el pasaje de la cinta de goteo a través de la línea de plantación (Figura 17).



Figura 17. Colocación de la cinta de riego por goteo.

En las parcelas de San Pedro y La Polola, se utilizó el sistema de riego tipo “araña”, compuesto por un caño de riego central, sobre el que se conectó un gotero que posee cuatro salidas que permiten la conexión de micro tubos o mangueras distribuidoras que poseen en su extremo un pico o “estaca” de riego (Figura 18).



Figura 18. Sistema de riego tipo “araña”

7- DESCRIPCION Y PARTICULARIDADES DE CADA PARCELA EXPERIMENTAL SEGÚN ZONA PRODUCTORA

A continuación, se presenta una descripción general y particularidades del trabajo realizado en cada parcela experimental;

- 1- Parcela experimental “Tucumán”
- 2- Parcela experimental “Coronda”
- 3- Parcela experimental “Mar del Plata- La Polola”
- 4- Parcela experimental “Mar del Plata- Camet”
- 5- Parcela experimental “Luján”

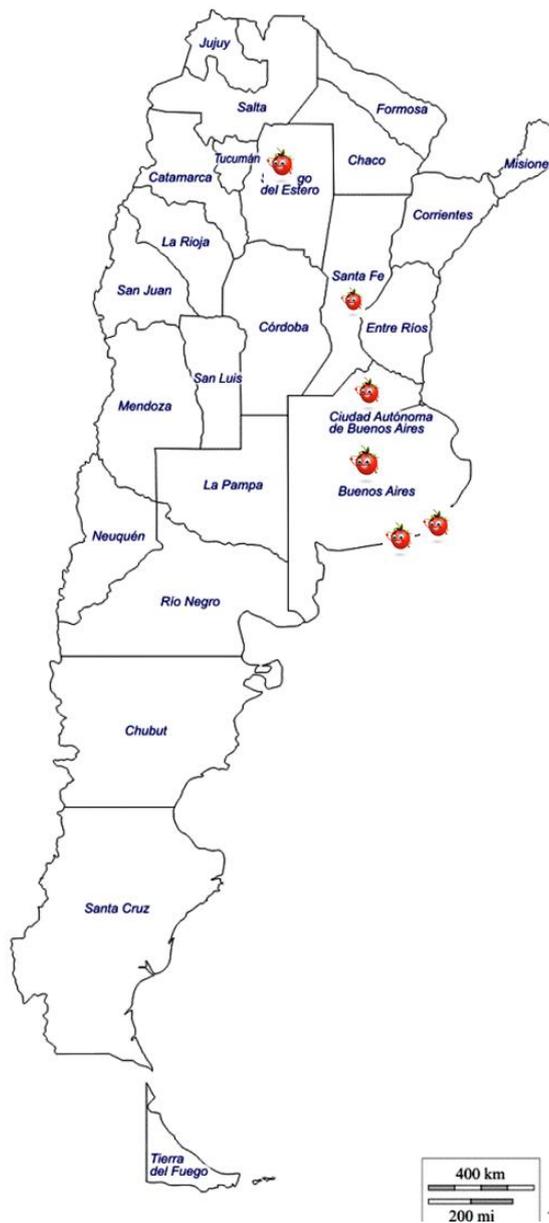
En cada parcela se contemplan los siguientes ítems:

- Caracterización general de la zona productiva
- Caracterización del cultivo de frutilla en la zona
- Descripción general del ensayo

- Tratamientos evaluados
- Formulación nutritiva
- Resultados y discusión
- Perspectivas

El trabajo realizado en la parcela experimental “San Pedro” se inició con posterioridad al resto de las zonas. Por ello, la descripción metodológica y resultados se presentarán en el siguiente informe.

DESCRIPCION Y PARTICULARIDADES DE CADA PARCELA EXPERIMENTAL SEGÚN ZONA PRODUCTIVA



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

PARCELA EXPERIMENTAL "TUCUMAN"



PARCELA EXPERIMENTAL "TUCUMAN"

Ing. Agr. Borquez Ana María

Ing. Agr. Mariotti Martínez Jorge

Ing. Agr. M. Sc. Mollinedo Victor

Ubicación: Estación Experimental Agropecuaria Famaillá - INTA. Ruta Provincial 301 - Km 32, T4132. Famaillá, Tucumán. (27°0'46.58"S - 65°22'30.75"O).

Responsables técnicos INTA: Ing. Agr. Borquez Ana María, Ing. Agr. Mariotti Martínez Jorge e Ing. Agr. M. Sc. Mollinedo Víctor

Equipo de trabajo: García, Luciana Hernández, Gonzalo Sánchez, Luciano; Sprenger Agustín (Alumnos de la Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Practicantes del grupo de investigación EEA Famaillá).

Caracterización general de la zona productiva hortofrutícola

La provincia de Tucumán, pertenece a la zona productiva hortícola de la Región Noroeste. Predomina el clima subtropical, con temperaturas medias anuales de 17 a 22 °C, con precipitaciones de 300 a 1500 mm y suelos arcillo-arenosos. Si bien se producen heladas, hay microclimas donde históricamente no se han registrado.

En Tucumán los inviernos son menos benignos. Los suelos, de buena fertilidad están sometidos a riesgo de erosión hídrica, durante el período lluvioso. Pueden identificarse dos zonas de producción principal: Lules con producción de tomate, frutilla y zonas de invernaderos y el área sur de la provincia (Río Chico y Chicligasta) con cultivos de tomate, pimiento, papa, cucurbitáceas, choclo, berenjena y hortalizas de hoja.

(Fuente: Ferrato y Fazzone, 2010)

Caracterización del cultivo de frutilla en la zona

En la provincia de Tucumán, la producción de frutilla se concentra en Lules, Famaillá, Alberdi, Monteros, y Tafí del Valle. En la última campaña (2019) se estiman unas 343 ha en toda la provincia.

La producción es fundamentalmente invierno-primaveral, con pico en septiembre-octubre. Durante el invierno la mayor parte de la frutilla se comercializa fuera de la provincia, especialmente en Buenos Aires, Mendoza y Córdoba. Hacia fines de invierno, Tucumán abastece mercados regionales y locales y parte de la producción local se exporta para industria.

En general, se utilizan plantines frescos, provenientes de viveros ubicados en el sur del país (Maitén, Chubut) y también, aunque en menor medida de Tafí del Valle (Tucumán).

A diferencia de las otras provincias del norte del país, Tucumán cuenta con una zona productora de plantines de altura en Tafí del Valle, que este año multiplicó plantines de Fortuna y San Andreas.

Las variedades más cultivadas en la zona son San Andreas, Camino Real, Benicia y otras como Festival, Fortuna, Petaluma y Fronteras.

(Fuente: MCBA, 2019).

Descripción general del ensayo

El ensayo se llevó a cabo bajo cubierta, en una estructura de protección tipo “manta parral” de 18 m de ancho y 24 m de largo, constituida por 6 unidades modulares de 4 m x 18 m cada una (Figura 19).

La plantación se realizó el día 9 de mayo de 2019. Se utilizaron plantines “frescos” de la variedad “San Andreas”, que se dispusieron en hileras dobles a tresbolillo. La distancia entre filas de plantación fue de 1 metro.

Los sacos de cultivo se ubicaron sobre una estructura sobre elevada a 0,8 metros sobre el nivel del suelo. La misma se construyó con caño estructural de 2 pulgadas, y alambre para asegurar el sostén de los sacos. Las estructuras fueron dispuesta a 1 m de distancia entre ellas

dentro de la fila, y entre cada una se colocaron soportes de madera para mantener la horizontalidad de los sacos.

El suelo se cubrió con polietileno de color negro. Se consiguió eliminar la aparición de malezas, pero debido a la baja permeabilidad del material no se consiguió una adecuada infiltración en el suelo de los drenados, originándose depresiones donde se acumuló agua. Ello produjo aumento de la humedad ambiental y dificultad para transitar. Por ello, se recomienda utilizar un “cubre suelo” de mayor permeabilidad”.



Figura 19. Vista general de la parcela experimental “Tucumán”. Ensayo de frutilla en sustrato

Tratamientos

En ésta parcela experimental se evaluaron las siguientes densidades de plantación, con un distanciamiento entre filas de 1 metro:

- **6 plantas por saco (06p):** El trasplante se realizó en hileras dobles a tresbolillo y 30 cm entre plantas dentro de cada hilera, quedando una densidad de plantación de 6,66 plantas/m lineal (6,66 plantas/m²).
- **8 plantas por saco (08p):** El trasplante se realizó en hileras dobles a tresbolillo y 22,5 cm entre plantas dentro de cada hilera, quedando una densidad de plantación de 8,88 plantas/m lineal (8,88 plantas/m²)

- **10 plantas por saco (10p):** El trasplante se realizó en hileras dobles a tresbolillo y 18 cm entre plantas dentro de cada hilera, quedando una densidad de plantación de 11,11 plantas/m lineal (11,11 plantas/m²).

Determinaciones realizadas

Se realizaron 61 cosechas entre el 1° de julio y el 16 de diciembre de 2019. Los datos fueron agrupados en 11 quincenas.

Se determinaron los siguientes parámetros de rendimiento y calidad;

Parámetros de rendimiento:

- Peso de frutos comerciales por parcela (PFCPPARC) (g/parcela).
- Número de frutos comerciales por parcela (NFCPPARC) (frutos/parcela).
- Peso de frutos descarte por parcela (PFDPPARC) (g/parcela).

Se consideraron frutos comerciales a aquellos frutos sanos que tuvieron un peso igual o mayor a 10 gramos y que se correspondían con las características de la variedad en cuanto a forma y color.

Los resultados fueron transformados a g/planta, dividiéndose los valores medidos por el número de plantas de cada parcela, y a g/m², dividiéndose los valores medidos por la superficie de cada parcela (7,2 m²) obteniéndose las siguientes variables:

- Peso de Frutos Comerciales Por Planta (PFCPPL) (g/planta).
- Número de Frutos Comerciales Por Planta (NFCPPL)(frutos/planta).
- Peso de Frutos Descarte Por Planta (PFDPPL) (g/planta).
- Peso de Frutos Comerciales Por m² (PFCPM2) (g/m²).
- Número de Frutos Comerciales Por m² (NFCPM2).
- Peso de Frutos Descarte Por m² (PFDPM2) (g/m²).

Con estos datos se calculó el Peso Total de Frutos Por Planta y por m², y el Peso Medio de los Frutos Comerciales según las siguientes ecuaciones:

- Peso Total de Frutos Por Planta (PTFPPL = PFCPPL + PFDPPL) (g/planta).
- Peso total de frutos por m² (PTFPM2 = PFCPM2 + PFDPM2) (g/m²)
- Peso Medio de Frutos Comerciales (PMFC = PFCPPARC / NFCPPARC) (g)

Se calcularon los valores acumulados por quincena para todas las variables (excepto para el PMFC), de tal manera que el valor acumulado en la última quincena analizada se

corresponde con el valor total de cada tratamiento acumulado durante todo el ciclo de producción evaluado.

De esta manera se generaron las siguientes variables:

- Peso de Frutos Comerciales Por Planta Acumulado (PFCPPL AC) (g/planta).
- Peso de Frutos Descartes Por Planta Acumulado (PFDPPPL AC) (g/planta).
- Número de Frutos Comerciales Por Planta Acumulado (NFCPPL AC).
- Peso Total de Frutos Por Planta Acumulado (PTFPPL AC = PFCPPL AC + PFDPPPL AC) (g/planta).
- Peso de Frutos Comerciales Por m² Acumulado (PFCPM2 AC) (g/planta).
- Peso de Frutos Descartes Por m² Acumulado (PFDPM2 AC) (g/planta).
- Número de Frutos Comerciales Por m² Acumulado (NFCPM2 AC).
- Peso Total de Frutos Por m² Acumulado (PTFPM2 AC = PFCPM2 AC + PFDPM2 AC) (g/planta).

Parámetros de calidad

Se realizaron 3 análisis de calidad de la fruta (15/08; 09/09 y 03/10) en el laboratorio de suelos de la EEA INTA Famaillá. Luego de la cosecha de cada parcela y correspondiente evaluación de las variables de rendimiento, se seleccionaron 10 frutos por parcela, los mismos fueron del tamaño, color y estado de maduración concordante con la variedad y sanos. Se midió:

- Peso individual (PI): Cada fruta fue pesada en una balanza digital (g).
- Firmeza (F): Se registraron dos mediciones por fruto, efectuando dos punciones en la zona ecuatorial con penetrómetro Effegi (g/cm²).
- Contenido de sólidos solubles totales (SST - °BRIX): Las 10 frutas seleccionadas fueron procesadas para extraer el jugo, del que se tomó una muestra para la medición de SST con un refractómetro manual Atago.
- Acidez titulable (AT): Del jugo restante se tomó una sub muestra de 10 g, la que fue diluida hasta completar 100 ml con agua destilada, la que fue titulada con Hidróxido de Sodio 0,1 N hasta obtener un pH 8,1, luego se registró el volumen de NaOH utilizado (AT).
- Ratio: Se calculó haciendo el cociente entre el contenido de SST y la AT.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se trabajó bajo un diseño en bloques completos al azar, con 3 repeticiones. Las parcelas consistieron en 8 sacos de cultivo de 0,9 m de largo cada uno, dispuestos en dos hileras de 4 sacos cada una, a 1 m de distancia entre ellas (7,2 m² cada parcela).

Se cosecharon y evaluaron todas las plantas de cada parcela. Los datos se sometieron a análisis de la varianza, y la comparación entre medias se realizó mediante el test LSD Fischer (0,05 %). La verificación de los supuestos de normalidad y de homogeneidad de los datos se realizó mediante los test de Shapiro-Wilks (modificado) y Levene respectivamente.

Aprovisionamiento de agua y nutrientes

Se utilizó un sistema de riego por goteo. Se preparó una solución nutritiva completa, y los riegos fueron monitoreados recolectando solución de riego y solución de drenaje, a las que se le midió: volumen, pH y CE. Se trabajó con el agua de riego extraída de una perforación cercana al predio, la cual fue analizada en el laboratorio de suelo y agua de la EEA INTA Famaillá (Tabla 5).

Tabla 5. Características físico-químicas del agua de riego utilizada en la parcela experimental “Famailla”

INFORME DE ANÁLISIS

Tipo de Muestra: Agua
Fecha de Ingreso: 25/03/2019
Fecha de Informe: 27/03/2019
N° de Muestras: 1
Lugar de Muestreo: Pileta Frutilla-EEA-Famaillá
Muestreo:
Cultivo: Hidroponia

Solicitante: Ing. Agr. Victor Mollinedo
Dirección: R.P 301-Km 32. Famaillá. Tucumán
Teléfono:
Celular:
e-mail:
Costo del Análisis: \$240.00

Salinidad

ID	ID Lab	pH	C.E (dS/m)	Na ⁺ (meq/L)	K ⁺ (meq/L)	Ca ²⁺ (meq/L)	Mg ²⁺ (meq/L)	CO ₃ ²⁻ (meq/L)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	Cl ⁻ (meq/L)	RAS	PSI	Clasificación
M1	19/190	7.2	1.2	6.7	0.2	4.8	1.9	1.5	2.0	4.1	3.95	3.98	C ₃ S ₁

OBSERVACIONES:

Las muestras de agua analizada presenta pH y concentración de sales totales (CE) moderada.

Considerado la clasificación de calidad de agua para riego que hace el **Laboratorio del Riverside (USDA)**, tomando en cuenta la concentración de sales totales y la peligrosidad sódica evaluada por el RAS clasifican como C3S1, donde:

- C3 indica concentración de sales totales, alta. No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado, pueden ser necesarias practicas especiales de control de la salinidad. Por lo tanto, se deben seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales.
- S1 indica peligrosidad sódica baja. Ello indica que la probabilidad de tener alta concentración de sodio intercambiable en la solución del suelo es baja.

Los resultados consignados, corresponden a la/s muestra/s proporcionada/s por el interesado. Serán extensivos al lote de donde aquella/s fue extraída solo si la extracción fue realizada y conservada de forma correcta. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria No se hace responsable del uso que se le dé a los mismos.
EA-Famaillá. R.P 301. Km 32. Estación Padilla. Famaillá. Tucumán. Tel/Fax 03865-461546

En el análisis de agua se observa un alto valor de CE (1,2 dS/m) y la clasificación C3 indica concentración de sales totales alta, por esta razón se decidió trabajar con una concentración en la solución de riego por debajo de lo normal, ajustándose además el tiempo de riego para mantener un drenaje de alrededor del 50% del volumen de riego en lugar del 20-30% recomendado tradicionalmente.

Solución nutritiva utilizada

La solución nutritiva se preparó según las siguientes consideraciones:

- Los fertilizantes se calcularon en base a una concentración de N (nitrógeno) de 75 ppm para cada etapa de crecimiento (vegetativo y llenado de frutos).
- La solución nutritiva se preparó calculando la cantidad de cada fertilizante, descontando los aportes del agua de riego.
- La concentración de micronutrientes para ambas soluciones fue la misma (60 g/m³ de Fetrilon combi 2).
- Se utilizó ácido fosfórico para neutralizar CO₃⁼ /CO₃H⁻ y como fuente de P.
- En la etapa de crecimiento vegetativo (primeros 60 días) se trabajó con las relaciones

N: P: K: Ca: Mg = 1: 1,14: 0,83: 0,71: 0,14, preparándose con las cantidades que se detallan a continuación (Tabla 6):

Tabla 6. Fertilizantes utilizados en la etapa de crecimiento vegetativo del cultivo de frutilla en sustrato. Parcela experimental “Tucumán”

Fertilizante	Dosis total
Ácido Fosfórico (85% Pureza)	203 cc/m ³
Nitrato de Calcio	56 g/m ³
Sulfato de Magnesio	15 g/m ³
Sulfato de Amonio	216 g/m ³
Hakafos Base	300 g/m ³
Fetrilon Combi 2	60 g/m ³

En la etapa de producción, correspondiente al llenado de los frutos, se trabajó con las relaciones

N: P: K: Ca: Mg = 1: 1,14: 1,50: 0,64: 0,21, utilizando las cantidades que se detallan a continuación (Tabla 7):

Tabla 7. Fertilizantes utilizados en la etapa de producción en el cultivo de frutilla en sustrato. Parcela experimental “Tucumán”.

Fertilizante	Dosis total
Ácido fosfórico (85% Pureza)	203 cc/m ³
Sulfato de amonio	307 g/m ³
Hakafos Base	149 g/m ³
Fetrilon combi 2	60 g/m ³

Para ajustar el tiempo y frecuencia de riego se recolectó la solución de 1 m de cinta de riego, y la solución de drenaje de un saco de cultivo. Se midieron los valores de pH y CE (mmhos/cm) de ambas soluciones, donde se obtuvieron los siguientes valores (Tabla 8):

Tabla 8. Valores de pH y CE (mmhos/cm) en la solución de riego y en la solución de drenaje de un saco de cultivo

Solución de riego		Solución de drenaje	
pH	CE	pH	CE
7,46	1,52	5,78	1,82

Resultados

La cosecha se inició el 28 de junio, es decir a los 50 días desde el trasplante, siendo aproximadamente 10 días más precoz que en un cultivo habitual y considerando que la plantación se demoró por cuestiones operativas.

No se detectaron diferencias significativas en los valores de peso de frutas de descarte ni en el peso medio de los frutos comerciales, por esta razón no se presentan los resultados de los frutos descarte, y sólo se hace referencia a la variación estacional observada en el peso medio de los frutos comerciales (PMFC).

Tampoco se presentan los valores de número de frutos (comerciales y totales) debido a que esta variable tuvo un comportamiento similar al del peso de frutos (comerciales y totales). Si tenemos en cuenta que no se detectaron diferencias significativas en los PMFC, es lógico que ambas variables (peso de frutos y número de frutos) presenten resultados similares.

Peso medio de los frutos comerciales (PMFC)

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de PMFC. Los valores promedio para cada quincena se presentan en la Figura 20. Se observa una variación estacional, obteniéndose los mayores valores en julio, agosto, septiembre y octubre, y los menores valores a partir de noviembre.

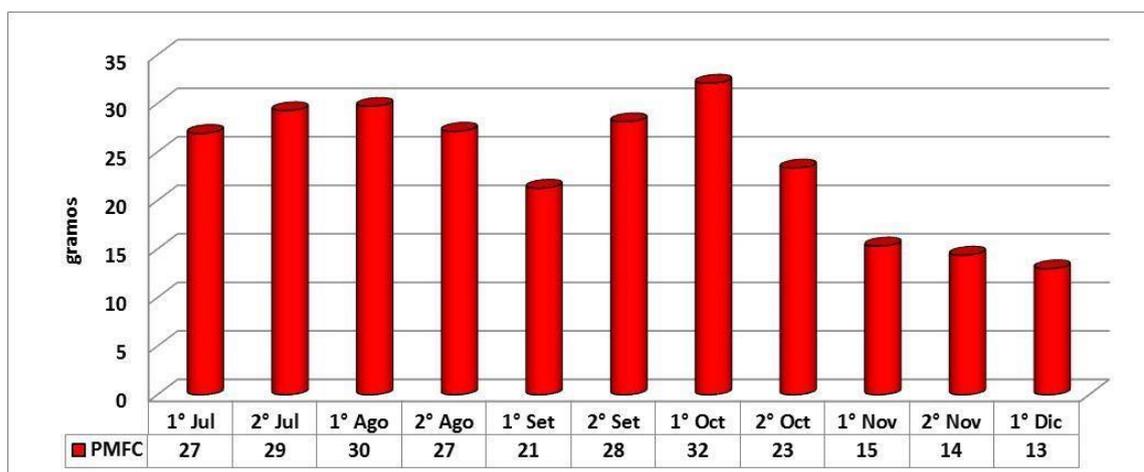


Figura 20. Valores promedio del peso medio de frutos comerciales (gramos por fruta) de frutilla cultivada en sustrato bajo 3 densidades de plantación.

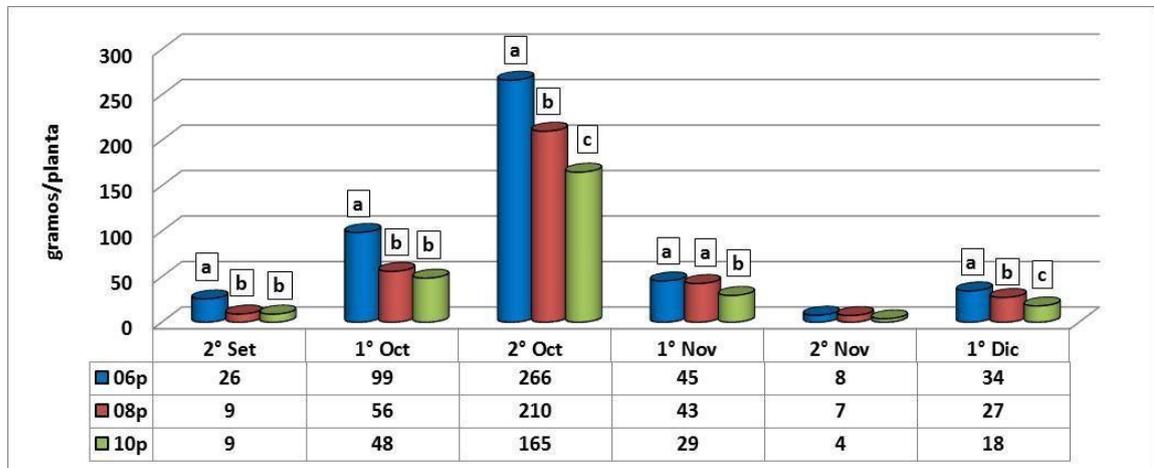
Peso de frutos comerciales

En el peso de frutos comerciales por planta (PFCPPL) y por quincena sólo se detectaron diferencias estadísticamente significativas a partir de la segunda quincena del mes de septiembre (Figura 21), mientras que en el peso de frutos comerciales por m² (PFCPM2) se detectaron diferencias en los meses de julio, agosto, noviembre y diciembre (Figura 22).

Se observa que el mayor rendimiento comercial por planta (Figura 21) se obtuvo siempre cuando se utilizaron 6 plantas por saco (6,66 plantas/m lineal), mientras que con 10 plantas/saco (11,11 plantas/m lineal) siempre fue menor. La densidad de 8 plantas por saco (8,88 plantas/m lineal) fue similar a la de 10 plantas hasta octubre, y a partir de allí fue superior a la de 10 plantas, pero inferior a la de 6 plantas por saco.

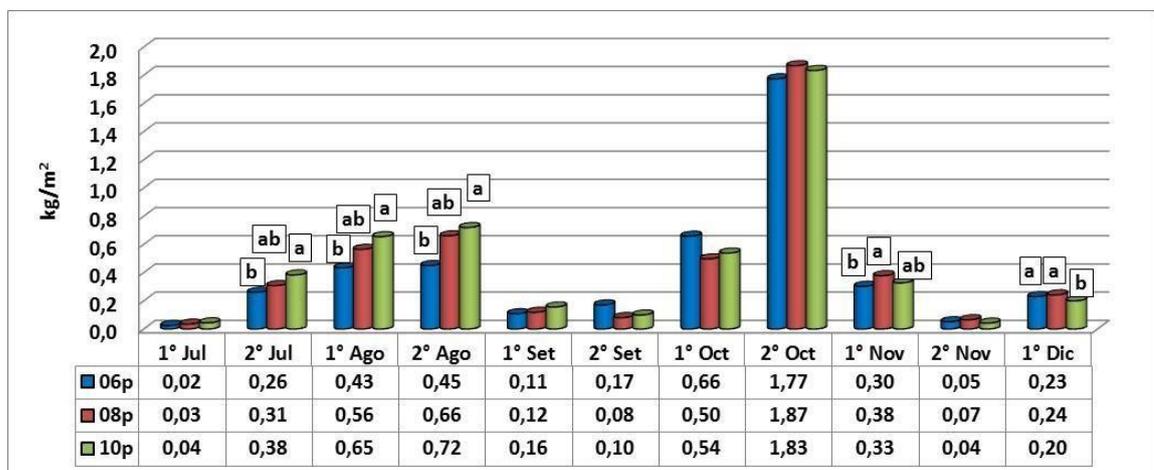
Analizando el rendimiento por metro cuadrado (Figura 22), los mayores valores en las cosechas tempranas se obtuvieron con 10 plantas por saco; con 6 plantas por saco siempre los rendimientos fueron menores, y con 8 plantas por saco los valores fueron intermedios

entre 6 y 10, esto hasta el mes de agosto incluido. A partir del mes de septiembre los valores entre los tratamientos prácticamente se igualan.



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (LSD Fisher - $\alpha = 0,05$)

Figura 21. Valores de peso de frutos comerciales por planta y por quincena (gramos por planta) en un ensayo de 3 densidades de plantación de frutilla en sustrato.

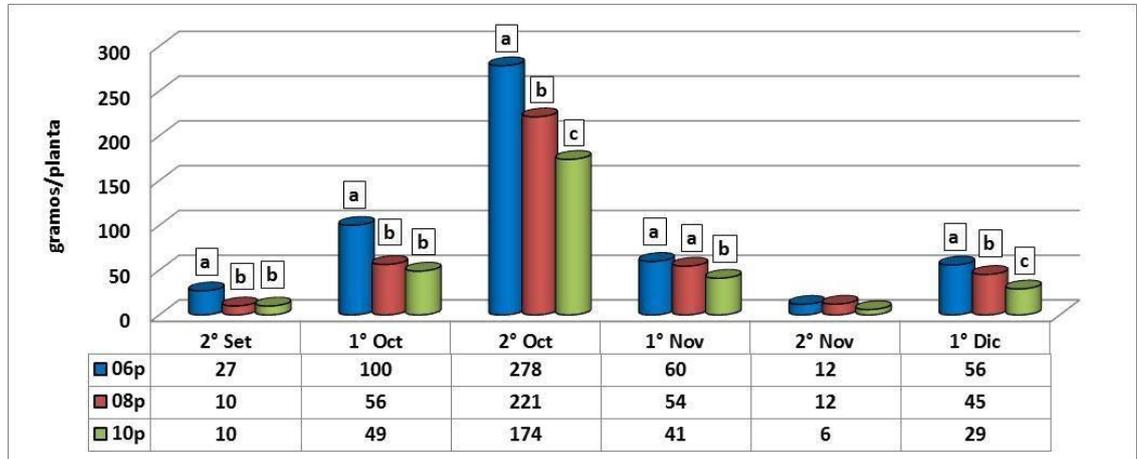


Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (LSD Fisher - $\alpha = 0,05$)

Figura 22. Valores de peso de frutos comerciales por metro cuadrado y por quincena (gramos por m²) en un ensayo de 3 densidades de plantación de frutilla en sustrato.

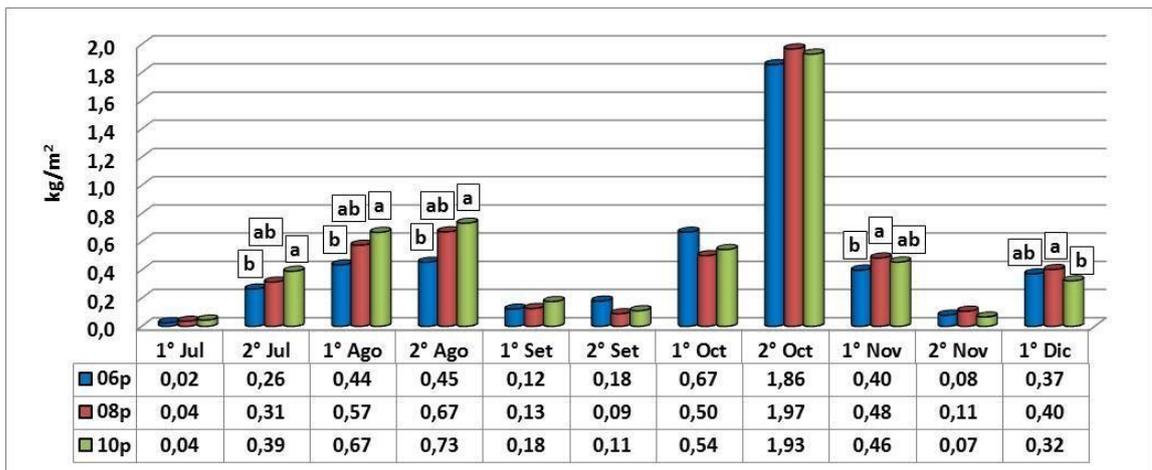
Peso total de frutos por quincena

En el peso total de frutos expresado por planta y por m² se mantuvo el mismo comportamiento que en el peso de frutos comerciales (Figuras 23 y 24).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (LSD Fisher - $\alpha = 0,05$)

Figura 23. Valores de peso total de frutos por planta y por quincena (gramos por planta) en un ensayo de 3 densidades de plantación de frutilla en sustrato.



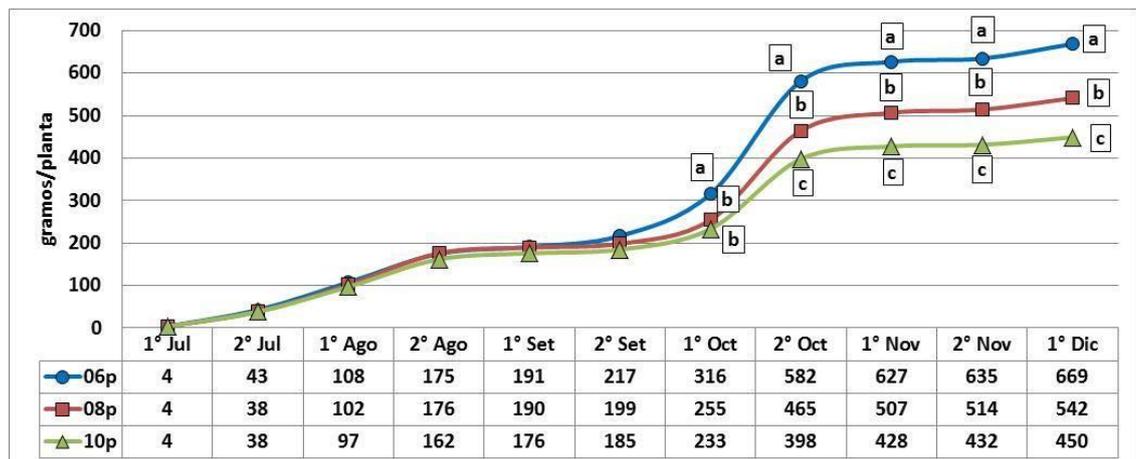
Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (LSD Fisher - $p = 0,05$)

Figura 24. Valores de peso total de frutos por metro cuadrado y por quincena (gramos por m²) en un ensayo de 3 densidades de plantación de frutilla en sustrato.

Peso de frutos comerciales acumulados

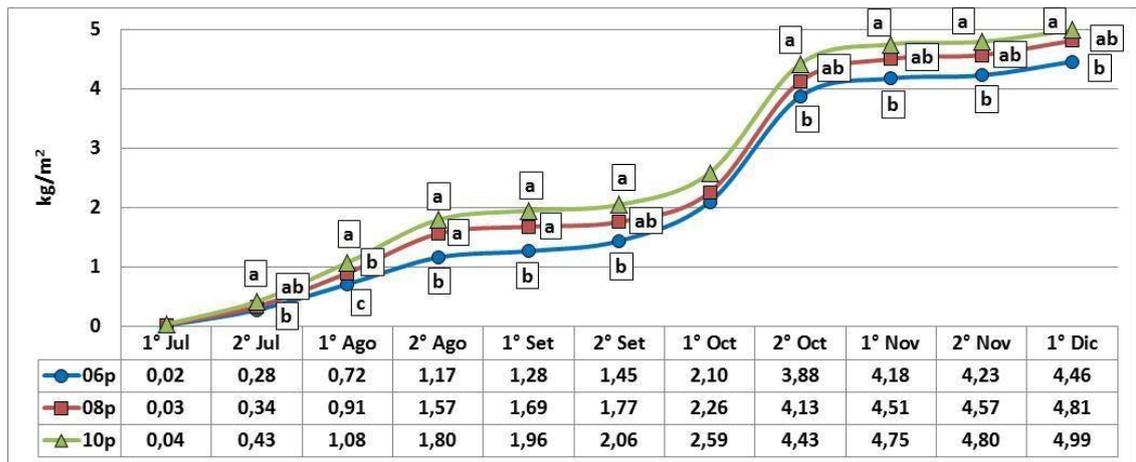
En coincidencia con lo encontrado cuando se analizaron los rendimientos dentro de cada quincena, en los valores de peso de frutos comerciales acumulados por planta se detectaron diferencias estadísticamente significativas recién a partir del mes de octubre, las que se mantuvieron hasta diciembre, obteniéndose los mayores valores con 6 plantas por saco y los menores con 10 plantas por saco. Cuando se utilizaron 8 plantas por saco se obtuvieron valores intermedios entre las otras dos densidades evaluadas (Figura 25).

Respecto a los rendimientos por m², la utilización de 10 plantas por saco superó estadísticamente a la de 6 plantas por saco en las cosechas tempranas; esta diferencia se mantuvo hasta el final del ciclo evaluado, manteniéndose para la densidad de 8 plantas por saco un comportamiento intermedio entre las 3 densidades evaluadas (Figura 26).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (LSD Fisher - $p = 0,05$)

Figura 25. Valores de peso de frutos comerciales acumulados por planta y por quincena (gramos por planta) en un ensayo de 3 densidades de plantación de frutilla en sustrato.

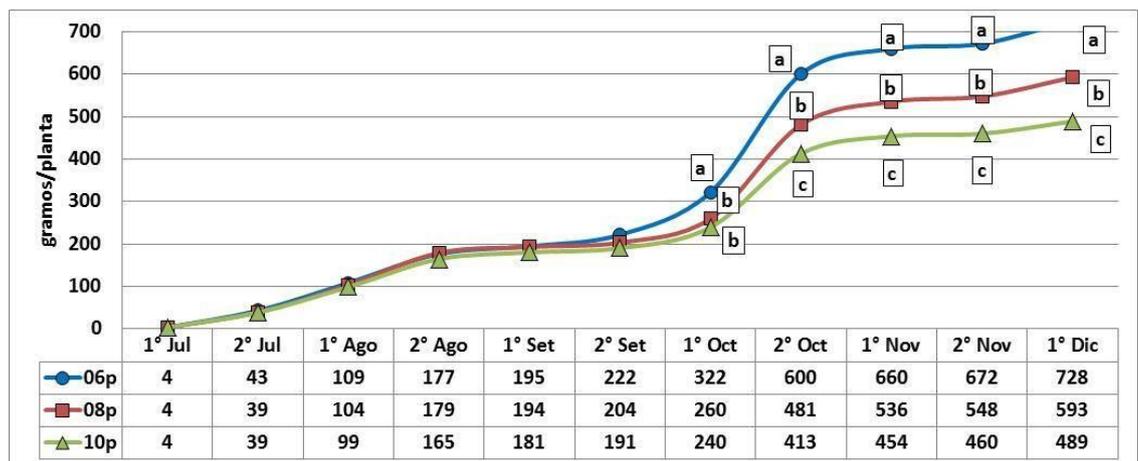


Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (LSD Fisher - $p = 0,05$)

Figura 26. Valores de peso de frutos comerciales acumulados por m^2 y por quincena (gramos por m^2) en un ensayo de 3 densidades de plantación de frutilla en sustrato.

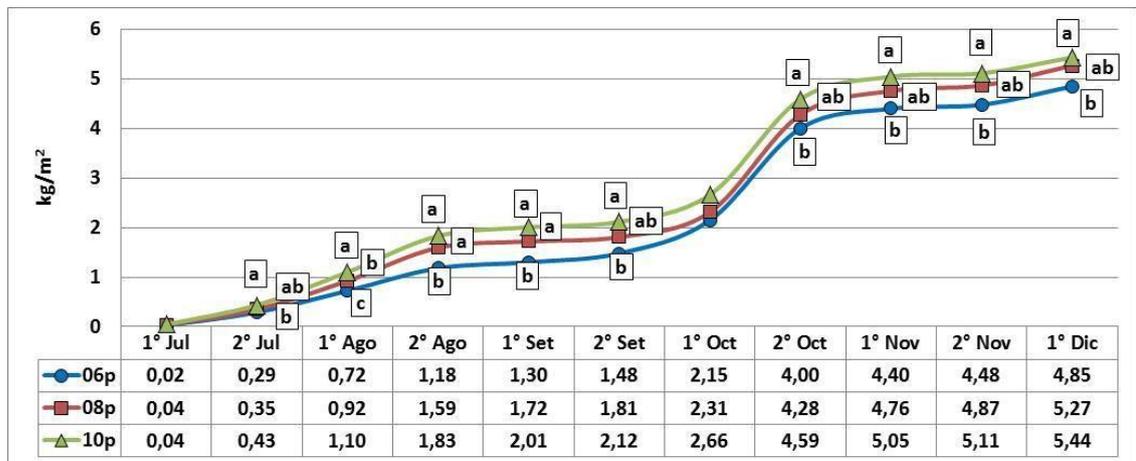
Peso total de frutos

Los valores de peso total de frutos por planta y por m^2 tuvieron el mismo comportamiento que el de los frutos comerciales (Figuras 27 y 28).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (LSD Fisher - $p = 0,05$)

Figura 27. Valores de peso total de frutos acumulados por planta y por quincena (gramos por planta) en un ensayo de 3 densidades de plantación de frutilla en sustrato.



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

Figura 28. Valores de peso de frutos comerciales acumulados por m^2 y por quincena (gramos por m^2) en un ensayo de 3 densidades de plantación de frutilla en sustrato.

Parámetros de calidad

No se detectaron diferencias significativas en los parámetros de calidad medidos. Los valores promedio para cada tratamiento y variable se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Valores de los diferentes parámetros de calidad medidos en un ensayo de 3 densidades de plantación de frutilla en sustrato.

Tratamiento (densidad)	Firmeza (g/cm^2)	SST (°Brix)	AT (ml NaOH)	Ratio
06p	294,72	7,51	13,07	0,57
08p	279,08	6,66	13,87	0,49
10p	283,50	6,71	13,27	0,52

Conclusiones y Discusión

Analizando los datos se observa que al aumentar la densidad de planta por saco, no se detectan diferencias en el rendimiento por planta en los primeros meses del cultivo, pero a partir de la segunda quincena del mes de septiembre, cuando las plantas alcanzan un mayor desarrollo, comienzan a competir por el espacio aéreo, siendo mayor el rendimiento por planta con 6 plantas por saco respecto a 8 y 10 plantas, y a partir de la segunda quincena del mes de octubre también comienzan a detectarse diferencias significativas entre 8 y 10 plantas, siendo mayor el de 8 plantas por saco.

Cuando analizamos el rendimiento por m², los resultados se invierten, y se obtienen mayores rendimientos en los tratamientos con mayor densidad de plantas hasta el mes de agosto incluido. En los meses de septiembre y octubre, el mayor rendimiento por planta en los tratamientos con menor densidad de plantas es compensado por la mayor cantidad de plantas en las densidades mayores, y no se detectan diferencias significativas entre los tratamientos.

Al analizar el rendimiento acumulado se observa claramente un mayor rendimiento por planta a partir del mes de octubre, pero si analizamos el rendimiento por m² este es superado al utilizar una mayor cantidad de plantas, diferencia que comienza en los primeros meses y se mantiene hasta el fin del período analizado sobre todo comparando los tratamientos de 6 y 10 plantas por saco. Las diferencias entre los tratamientos 8 y 10 plantas por saco no parecen ser importantes, por lo que sería aconsejable trabajar con 8 plantas por saco (11 cm entre plantas), para las condiciones de cultivo de Tucumán.

Respecto a estos valores, se observa que el rendimiento por planta está un poco por debajo de un buen rendimiento de campo, el que ronda entre los 800 y 1.000 g/planta, pero si comparamos el rendimiento por unidad de superficie, este sistema de cultivo en sustrato presenta rendimientos por encima del rendimiento de un cultivo de frutilla en suelo.

El hecho de que no se hayan detectado diferencias entre los pesos medios de fruta comercial (PMFC), estaría indicando que una mayor densidad de plantación no afecta significativamente el tamaño de los frutos. Esto se corrobora al observar que la variable número de fruta (NF) manifiesta resultados similares al peso de fruta (PF).

También se observó que el resto de los parámetros de calidad evaluados tampoco son afectados por la densidad de plantación.

Para completar el ensayo sería importante en primer lugar hacer un análisis económico para evaluar si las diferencias encontradas en los rendimientos tempranos justifican una mayor inversión para aumentar el número de plantas. Analizando la curva de precios promedio de la frutilla (Figura 29), se observa que el pico de precio se produce en los meses de mayo y junio, por lo que es importante también incluir en el análisis la fecha de plantación o inicio del cultivo.

Finalmente es importante también continuar las evaluaciones durante el segundo año de cultivo para poder realizar un análisis económico financiero más completo.

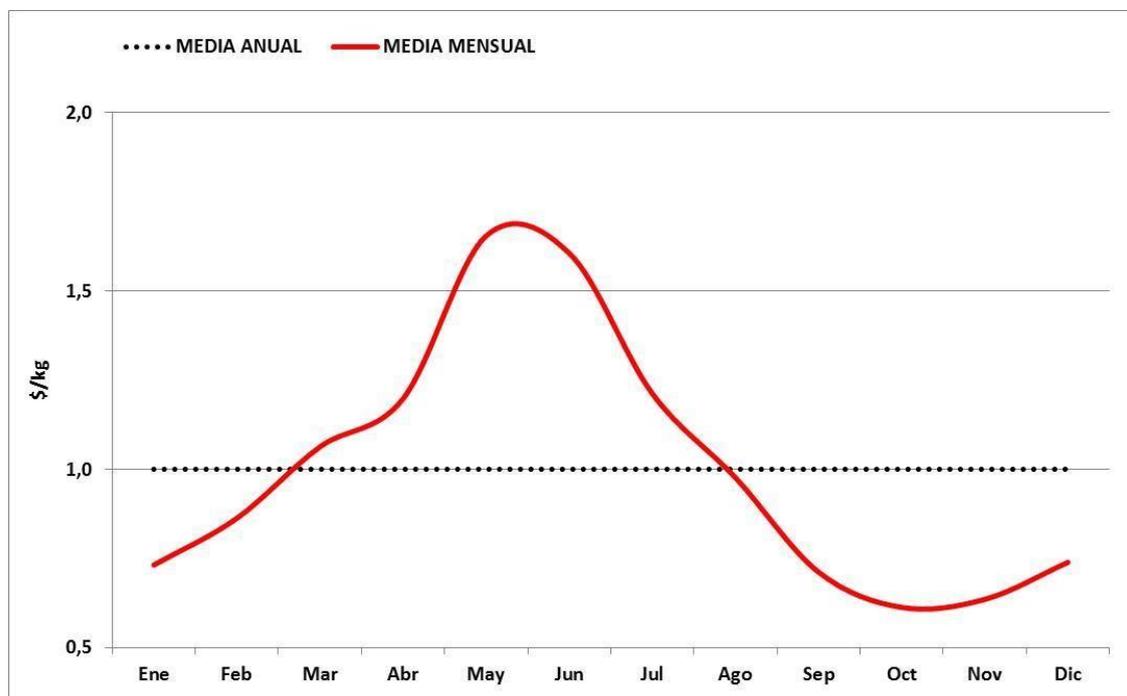


Figura 29. Curva promedio de precios de la frutilla en el MCBA.

PARCELA EXPERIMENTAL "CORONDA"



PARCELA EXPERIMENTAL "CORONDA"

Ing. Agr. Sordo María del Huerto

Ing. Agr. Pernuzzi Cristian

Ubicación: Establecimiento productivo frutícola Tremec S.A. Ubicación: - 31,87519
latitud y

-60,886447 longitud. Localidad de Desvío Arijón, provincia de Santa Fe.

Responsable técnico INTA: Ing. Agr. M. Sordo María del Huerto

Equipo de trabajo: Ing. Agr. Pernuzzi Cristian.

Caracterización general de la zona productiva hortofrutícola

La zona hortícola de Coronda, comprende la región que bordea el río Coronda, desde Desvío Arijón hasta Arocena, con centro en la ciudad de Coronda (Departamento San Jerónimo-Provincia de Santa Fe). Se trata de una franja de aproximadamente 35 km, que se extiende a lo largo del río Coronda, con un ancho máximo de 3 a 4 Km, comprendiendo parte de los distritos mencionados.

La zona se halla ubicada en un clima, que según la clasificación climática integral pertenece a subhúmedo-húmedo mesotermal con poca o ninguna deficiencia hídrica. En lo que respecta a las temperaturas máximas y mínimas, los registros indican valores de 45°C para enero y -7, 1°C para julio.

Es una zona con presencia de heladas. Las mismas ocurren entre los meses de mayo a septiembre, con una frecuencia e intensidad que es más notorio en el mes de julio. Las heladas tempranas o tardías se dan en los meses de abril y octubre. Es de destacar la acción moderadora que sobre este fenómeno ejercen el río Paraná y sus afluentes.

La actividad hortícola se desarrolla en el albardón del río Paraná, que bordea su brazo secundario, el río Coronda, con barrancas de algunos metros de altura y que contiene los

sedimentos arenosos originados a partir de los aluviones depositados por el río, los que posteriormente sufrieron el remodelamiento eólico.

La mayor parte de la superficie de la zona está cubierta por suelos Hapludalf psamacuéntico franco. Tiene alta proporción de arena las que le confieren características de baja fertilidad química y pobre retención hídrica en el horizonte superior, a continuación, presenta dos horizontes B de textura ligeramente menos arenosa que, en parte, corrigen las deficiencias apuntadas. El espesor del manto arenoso es variable y oscila desde varios metros en el este a unos pocos centímetros en el oeste.

La desinfección de suelo se utiliza como control de patógenos previo a la plantación. El principal fumigante utilizado durante muchos años fue el bromuro de metilo, hasta su prohibición total en el 2015. Actualmente los fumigantes químicos alternativos utilizados son el Metam potasio, Metam sodio y el 1,3-Diclorodipropeno-cloropicrina. También se utilizó el Metam amonio con buenos resultados, aunque actualmente no se encuentra disponible comercialmente en la zona. Estos desinfectantes son menos nocivos para el ambiente. Es importante destacar que el proceso de cambio es acompañado con nuevas pautas de manejo y variedades adaptadas a tal fin.

Dentro de los cultivos hortofrutícolas y ornamentales de la zona productiva de Coronda y alrededores, el cultivo de frutilla es el más importante, ocupando una superficie que representa aproximadamente el 60 % (Tabla 10).

Tabla 10. N6mina de cultivos hortofrut6colas y ornamentales y superficie para la zona de Coronda y alrededores al a6o 2015.

Cultivo	Superficie (ha)	% Total
Flores	1	0,20
Batata	1	0,20
Ar6ndano	1,5	0,30
Ma6z Choclo	1,6	0,32
Lechuga	3	0,59
Pimiento a campo	4	0,79
Higo	15	2,97
Invernadero	5,7	1,13
Berenjena	10	1,98
Mel6n	18	3,57
Chaucha	10	1,98
Arveja	6	1,19
Calabaza	8	1,58
Frambuesa y mora	15	2,97
Zapallito	20	3,96
Sand6a	25	4,95
varios	60	11,89
Frutilla	300	59,43
Superficie total	504,8	100,00

Fuente: INTA AER Monte Vera (2015).

Caracterizaci6n del cultivo de frutilla en suelo para la zona de Coronda

El cultivo de frutilla representa uno de los m6s importantes para la zona de Coronda y alrededores.

La superficie total de frutilla para la provincia de Santa Fe es de 346 hect6reas, de las cuales el 89 % (308 ha) se halla ubicada en la zona de Coronda (Coronda, Desv6o Arij6n, y Arocena) y el restante 11 % (38 ha) pertenece a la zona de la Costa (Arroyo Leyes, Rinc6n, Santa Rosa de Calchines y Helvecia) (INTA Monte Vera OIT Coronda, 2018).

La importancia del cultivo de la frutilla, no sólo radica en los valores que aportan a la economía local, sino en los aspectos sociales, ya que se trata de una actividad que requiere elevada mano de obra, tanto en la producción como en el empaque, acondicionamiento y posterior industrialización. La demanda de mano de obra es de aproximadamente 1600 personas en la época de cosecha, otras 440 personas afectadas a la industria (Bedetta, 2010), siendo algunos trabajadores golondrinas originarios del norte de Argentina. Todo esto trae aparejado un incremento en las ventas de los comercios locales como así también del uso de los servicios (Servicio de atención médica a la comunidad, dispensarios, centros de vacunación, escuelas, comedores comunitarios).

Respecto a la comercialización, podemos mencionar que el 55 a 65 % de la producción de frutilla de la zona de Coronda se destina a mercado en fresco. Los mercados destinatarios son el Mercado Central de Buenos Aires, Becar, Avellaneda, 3 de febrero, Fisherton, de productores de Rosario, de Santa Fe, Córdoba y Villa María. Entre el 45 y 35% de fruta se industrializa, dependiendo de condiciones económicas, financieras y meteorológicas. La zona cuenta con 11 industrias procesadoras, cuyos principales productos son frutillas congeladas, pulpa de frutas para helados y yogures, dulces, conservas, almíbares, (Bedetta, 2010).

Dada las características típicas de los suelos de Coronda, en ellos se debe realizar prácticas de manejo tendientes a la incorporación de materia orgánica y/o abonos verdes, a la nivelación para favorecer el escurrimiento de agua de lluvias y evitar el exceso de la misma en el sistema radicular.

El armado del camellón es fundamental, el mismo debe ser firme, pero no compacto y de dimensiones adecuadas en ancho y altura permitiendo un perfecto desarrollo de las raíces y ventilación del cultivo. Las dimensiones utilizadas son 0,60 m o más en la parte superior del camellón y de 0,27 m o más de alto. La distancia de centro lomo a centro lomo es de 1.20 m a 1.25 m.

Se instala una única cinta de riego en la parte central con goteros a 10 centímetros, lo que permite una adecuada distribución del agua y de los nutrientes.

El sistema de producción altamente intensivo que se viene utilizando, sumado a la baja rotación de cultivos, trae aparejado problemas relacionados con el suelo, como enfermedades de origen fúngico, bacteriano, nematodos, insectos y malezas. Por esto es tan importante el uso de desinfección de suelo. Para esta técnica, se utilizan fumigantes como el Metamamonio y potasio y el 1,3-Diclorodipropeno-cloropicrina, los cuales pueden ser aplicados a

través del riego o en el momento del alomado por inyección. Otra alternativa, que viene despertando interés en la zona, es la producción de frutilla bajo el sistema de cultivo en diferentes tipos de sustratos. Los resultados encontrados hasta el momento son alentadores, lo cual demanda el estudio técnico económico de dicho sistema como una alternativa a la producción tradicional de la zona, siendo parte de lo que motivó el presente estudio.

En Coronda, tradicionalmente coexisten dos sistemas de plantación, el sistema con plantines “frescos o de plantación de otoño” y el sistema “frigo o plantación de verano”. En la década del '90, la combinación del uso de plantines “frescos” y microtúneles comenzó a ser usada para lograr producción en los meses de invierno,

A partir del 2008 y en forma creciente, comenzó el uso del macrotúnel, llegando al 2018 a representar el 17% de la superficie total (INTA OIT Coronda, 2018). Forma parte de las últimas tecnologías incorporadas al cultivo, otorgando ventajas de estructura, de protección, de manejo y productivas. (Pernuzzi, 2017)

A partir del año 2010 empezaron a introducirse nuevas variedades de distintos programas de mejoramiento, cambiándose el sistema a multivarietal. Este planteo se da en la búsqueda de ampliar el período de cosecha, logrando cada vez mayor primicia y precocidad, con estándares de calidad a lo largo de todo el ciclo (Sordo, 2017).

Descripción general del ensayo

El cultivo se desarrolló bajo cubierta, en un macrotúnel de polietileno de larga duración térmica y de 150 micrones de espesor. La longitud del mismo son 30 metros de largo, una altura de 2,05 m en los laterales y 3,80 m en la parte central (Figura 30). En los meses de verano, se colocó una malla media sombra al 35 %.



Figura 30. Vista general de la parcela experimental “Coronda” para el cultivo de frutilla en sustrato

Se seleccionó una estructura de soporte para los sacos de modo de permitir la correcta distribución de los mismos, aprovechando la superficie y evitando el sombreado entre hileras. Se consideró también necesario asegurar la cómoda circulación de los operarios para que pudieran realizar en forma adecuada las labores culturales y la cosecha. La estructura básica estuvo compuesta por caballetes, estructura de apoyo, soportes intermedios y accesorios.

La estructura de apoyo se construyó con caballetes tipo “T” de caño galvanizado de 1 pulgada de diámetro distanciado a 3 metros cada uno y con dos soportes intermedios contruidos de hierro nervado de 8 mm. El anclaje de los caballetes se hizo directo al suelo sin cimentación. Sobre cada caballete se colocaron, a modo de estructura de apoyo, 4 hilos de alambre 17/15 San Martín de alta resistencia, separados 8 cm y tensados en cada extremo con torniquetes (Figura 31).

La disposición de los sacos utilizada fue en hileras simples, separadas entre sí a 90 cm y a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo. Los sacos de cultivo se colocaron sobre las hileras de alambre (Figura 32).



Figura 31. Estructura de sostén de sacos de cultivo de frutilla en sustrato en la parcela experimental “Coronda”



Figura 32. Disposición de los sacos de cultivo de frutilla en sustrato en la parcela experimental “Coronda”.

El suelo quedó al descubierto, no se utilizó “cubresuelo” y se realizó una pequeña zanja por debajo de cada hilera de modo de conducir el drenado y facilitar la circulación.

En la zona, hay varios establecimientos que cultivan frutilla en sustrato. En general, las estructuras de soporte utilizadas están compuestas por caballetes de distintos materiales, como madera dura o tratada caños galvanizados. El anclaje de los caballetes se realiza en hileras, con un distanciamiento que varía entre los 2 a 3 metros y sin cimentación al suelo, permitiendo que dicho caballete pueda desinstalarse cuando se lo requiera. La función del caballete es servir de base a la estructura de apoyo y definir la altura que por lo general varía entre los 0,8 a 1,10 metros de altura sobre el nivel del suelo. Sobre cada hilera de caballetes se colocan las estructuras de apoyo cuya función es sostener los sacos de sustratos en su disposición final. Las mismas pueden ser de madera dura o hilos de alambre, que se colocan en paralelo. Se utilizan por ejemplo del tipo 17/15, San Martín de alta resistencia.

La función del soporte intermedio es asistir la estructura de apoyo evitando su “pandeo”. Este soporte es muy importante cuando se utiliza alambre como estructura de apoyo y/o la distancia entre caballete no es la más adecuada.

Además de estos elementos básicos se utilizan otros accesorios que incluyen los elementos complementarios para la estructura en general como ser clavos, bulones, tuercas, torniquetes, etc.

La disposición final de los sacos de cultivo puede ser de varios tipos. En la zona se probaron y utilizaron con mayor frecuencia la disposición en hilera doble (Figura 33), la disposición en hilera simple (Figura 34) y la disposición a distintos niveles de altura (Figura 35).



Figura 33. Estructura de sostén con disposición de sacos de cultivo en hilera doble.



Figura 34. Estructura de sostén con disposición de sacos de cultivo en hilera simple



Figura 35. Estructura de sostén con disposición de sacos de cultivo en diferentes alturas.

Plantación

La plantación del cultivo se realizó el día 4 de abril de 2019. Se utilizaron plantines “frescos” de la variedad “San Andreas”. Los plantines se dispusieron en el saco de cultivo en doble hilera a tresbolillo.

Tratamientos

En ésta parcela experimental se evaluaron las siguientes densidades de plantación, con un distanciamiento entre filas de 0.9 metros:

- **6,67 plantas/ metro lineal:** El trasplante se realizó en hileras dobles a tresbolillo, quedando 28 cm entre plantas dentro de cada hilera, quedando una densidad de plantación de 6,66 plantas/m lineal (7,41 plantas/m²)
- **7,77 plantas/metro lineal:** El trasplante se realizó en hileras dobles a tresbolillo y 23 cm entre plantas dentro de cada hilera, quedando una densidad de plantación de 7,77 plantas/m lineal (8,64 plantas/m²)
- **8,89 plantas/metro lineal:** El trasplante se realizó en hileras dobles a tresbolillo y 21 cm entre plantas dentro de cada hilera, quedando una densidad de plantación de 8,88 plantas/m lineal (9,87 plantas/m²).

En éste ensayo no se evaluó la densidad de 11,11 plantas/m lineal, por considerarse demasiado elevada para la zona, en base a la experiencia local y a estudios previos. En su reemplazo se evaluó la densidad de 7 plantas/saco con el fin de estudiar el ajuste de la densidad óptima.

Diseño experimental y Análisis estadístico

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados, con 3 repeticiones.

Para el análisis estadístico, los datos se sometieron a un análisis de varianza, utilizando el programa InfoStat versión 2008 (Di Rienzo et al., 2008). Cuando existieron diferencias entre las medias, las mismas se compararon utilizando el test de Duncan ($p \leq 0,05$ %).

Determinaciones realizadas

Se determinaron los siguientes parámetros de rendimiento y calidad:

Parámetros de Rendimiento

- **Peso de fruta comercial:** se refiere al peso fresco de fruta sin daños visibles y de peso mayor a 10 gr. y que se corresponden con las características de color y forma, la según variedad.

- **Peso de fruta de descarte:** se refiere al peso de fruta de toda fruta que presente algún síntoma que comprometa su calidad comercial, como marchitamiento, pudrición, deformidad y/o tamaño menor a 10 gramos.

Los resultados se expresaron en gramos por planta, kilogramos por metro lineal y kilogramos por unidad de superficie (m^{-2}).

Parámetros de calidad

- **Peso individual:** cada fruta fue pesada en una balanza digital (g)
- **Firmeza:** Se registraron tres mediciones por fruto, efectuando tres punciones en la zona ecuatorial con penetrómetro modelo GY-2 kgf/cm^{-2} .
- **Contenido de sólidos solubles totales (SST - °BRIX):** Se extrajo el jugo a las frutas y se realizó una medición de SST con un refractómetro manual REF103
- **Calibre:** Cada fruta fue medida en forma individual con un calibre digital Stainless hardened (mm)
- **Largo:** Cada fruta fue medida en forma individual con un calibre digital Stainless hardened (mm)

Aprovisionamiento de agua y nutrientes

Se realizó a través de un sistema de fertiriego colocando cintas de goteo dentro de los sacos.

Previo a la formulación de la solución nutritiva se realizó un análisis físico-químico del agua de riego disponible en el establecimiento. Se analizaron las características de una muestra de pozo y de una de río, para luego definir dosis y fertilizantes a utilizar (Tabla 11).

Tabla 11. Características físico-químicas del agua de riego utilizada en la parcela experimental “Coronda”.

	INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA CENTRO DE INVESTIGACIONES EN RECURSOS NATURALES (CIRN) INSTITUTO DE FLORICULTURA (IF) Grupo de Análisis de Sustratos y Calidad de Aguas de Riego (ASA)			REG 07 PASA Version: 1 Fecha: Página 1
	Informe de Análisis de calidad de AGUAS de RIEGO			
	Fecha análisis:	29/03/2019	Forma de Entrega:	e-mail
	Nombre:	Ma. Del Huerto	Entregó:	Karlanian, Monica
Análisis de:	agua de pozo y rio	Código de muestra:	190306	

Nombre de la muestra:	Pozo	Rio	
pH	7,30	7,40	
Conductividad Eléctr. dS.m^{-1}	0,40	0,44	
Nitratos ppm o mg.l^{-1}	11,7	11,8	
Calcio ppm o mg.l^{-1}	15,1	5,1	
Magnesio ppm o mg.l^{-1}	4,8	3,4	
Potasio ppm o mg.l^{-1}	5,0	5,7	
Sodio ppm o mg.l^{-1}	49,8	65,0	
Carbonatos ppm o mg.l^{-1}	0,0	0,0	
Bicarbonatos ppm o mg.l^{-1}	183	134	
Cloruros ppm o mg.l^{-1}	44,4	71,9	
SAR*	2,9	5,5	

Valores de referencia			
	Bajo	Medio	Alto
PH		5.5 - 7.0	
Conductividad Elect. (dS.m^{-1})	< 0,25	0,25 mS - 0,75 mS	> 0,75 mS
Nitratos (ppm)	<10	10 - 75	>75
Calcio (ppm)	<25	25 - 75	>75
Magnesio (ppm)	<10	10 - 30	>30
Potasio (ppm)			>100
Sodio (ppm)	< 70	70 - 140	> 140
Bicarbonatos(ppm)	<100	100 - 360	> 360
Cloruros (ppm)	<70	70 - 140	>140
Indice SAR	0 - 10	10 - 18	18 - 30
Alcalinidad	<40	40 - 160	>400

Observaciones: Ver valores de referencia en cuadro derecho.

Instituto de Floricultura INTA - Tel. 00-54-11- 4621-1684 - De los Reseros y N. Repetto. s/nº - Hurlingham (1686) - Pcia. Bs. As.
karlanian.monica@inta.gob.ar

Nota: El propietario de las muestras acepta los métodos de ensayo del Laboratorio de Análisis de Sustratos y Aguas del Instituto de Floricultura.
 Los resultados de análisis se remiten a las muestras recibidas. Los procedimientos de análisis de Ph y CE se encuentran en proceso de implementación para la certificación de las normas ISO 9001:2000. *RAS: Relación de Absorción de Sodio.

Elaboró Referente Técnico	Revisó Referente Técnico	Aprobó Referente de Calidad
-------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------

El fertiriego se realizó en la mayor parte del periodo de cultivo utilizando el agua de río. El agua de pozo sólo se utilizó en periodos cortos, cuando el nivel del río Coronda fue muy bajo.

Como puede apreciarse en el análisis, el agua de río, posee características adecuadas para su utilización en riego. Todos los parámetros se encuentran dentro de rangos óptimos. Los valores de pH son corregidos con la utilización de ácido fosfórico o nítrico según necesidad. Estos parámetros son por lo general muy estables, salvo en bajantes muy pronunciadas, provocando un aumento en la CE (ds.m^{-1}) y sodio.

Manejo de la fertilización

Se utilizaron fertilizantes para fertirriego, de la marca Compo Expert, de la línea Hakaphos: violeta y base y de la línea de micronutrientes Fetrilon combi 2.

Se preparó una solución nutritiva completa, y los riegos fueron monitoreados recolectando solución de riego y de drenaje, a las que se le midió: pH, conductividad eléctrica y nitratos. En la Tabla 12, se detalla la solución nutritiva utilizada en el periodo vegetativo y en el productivo del cultivo. En la Tabla 13, se detallan los fertilizantes comerciales utilizados, expresados en gramos por litro de solución final.

Tabla 12. Solución nutritiva utilizada para el cultivo de frutilla en sustrato en la parcela experimental "Coronda".

Nutriente	Periodo vegetativo (ppm)	Periodo de producción (ppm)
N-NO3	131	135
N-NH4	13	0
N-total	144	135
P	50	31
K	166	200
Ca	111	111
Mg	29	30
S	83	98
Fe	4	4
Mn	3,05	3,05
Cu	0,65	0,65
Zn	4,31	4,31
B	1,46	1,46
Mo	0,06	0,06

Volumen del Tanque de Concentrado	2000 litros
Volúmen Final de Solución Definitiva	10.000 litros
Relación de Dilución Total (g de fertilizante / l totales de agua)	1,55

Tabla 13. Tipo y dosis de fertilizantes utilizados en el cultivo de frutilla en sustrato en la parcela experimental “Coronda” en el periodo vegetativo y de producción.

Fertilizante	Periodo vegetativo (g/l)	Periodo de producción (g/l)
Nitrato de Calcio	0,6	0,6
Sulfato de Magnesio	0,25	0,25
Hakaphos violeta	0,15	0
Hakaphos base	0,45	0,6
Fetrilon combi 2	0,1	0,1

Resultados

Rendimiento y calidad

A continuación, se detallan los rendimientos acumulados, obtenidos el primer año de cosecha, desde el 21 de mayo al 31 de diciembre de 2019 y el segundo año desde el 1 de enero y hasta el 23 de abril de 2020 (Tabla 14, 15, 16 y 17).

Tabla 14. Rendimiento total acumulado correspondiente al primer año de cosecha

Tratamiento	Peso de fruta comercial (g/planta)	Peso de fruta comercial (Kg/m lineal)	Peso de fruta comercial (Kg/m ²)	Peso de fruta de descarte (Kg/m ²)
6,67 plantas/m lineal	990 b	6,55 a	7,21 a	0,14 a
7,78 plantas/m lineal	930 b	7,23 a	7,95 a	0,16 a
8,89 plantas/m lineal	825 a	7,33 a	8,07 a	0,18 a

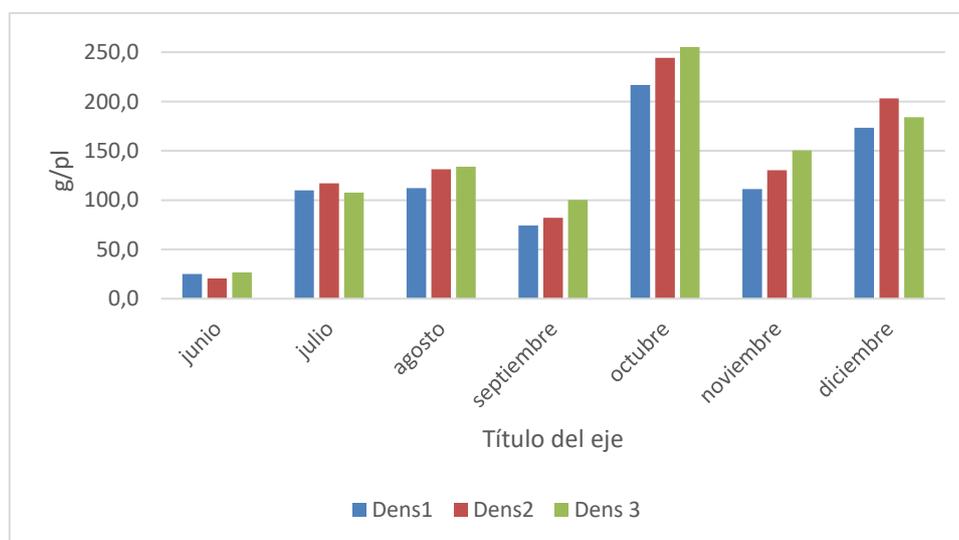
Letras distintas entre filas indican diferencias significativas $p \leq 5\%$ Test Duncan.

Tabla 15. Rendimiento total acumulado correspondiente al segundo año de cosecha

Tratamiento	Peso de fruta comercial (g/planta)	Peso de fruta comercial (Kg/m lineal)	Peso de fruta comercial (Kg/m ²)	Peso de fruta de descarte (Kg/m ²)
6,67 plantas/m lineal	308 b	2,05 a	2,25 a	0,19 a
7,78 plantas/m lineal	283 ba	2,16 a	2,38 a	0,21 b
8,89 plantas/m lineal	243 a	2,19 a	2,41 a	0,22 b

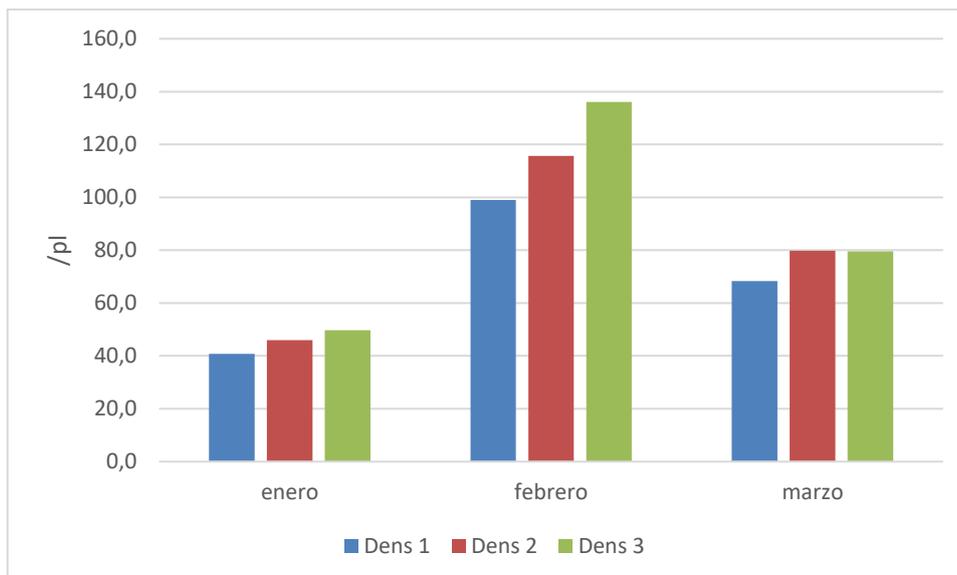
Letras distintas entre filas indican diferencias significativas $p \leq 5\%$ Test Duncan.

En las Figuras 36 y 37, puede observarse la distribución mensual de los rendimientos obtenidos en los dos años de producción.



Referencias: Dens1: 8,89 plantas/m lineal; Dens2: 7,78 plantas/m lineal; Dens3: 6,67 plantas/m lineal

Figura 36. Distribución mensual del rendimiento en el primer año (en g/planta)



Referencias: Dens1: 8,89 plantas/m lineal; Dens2: 7,78 plantas/m lineal; Dens3: 6,67 plantas/m lineal

Figura 37. Distribución mensual del rendimiento en el segundo año (g/pl)

Tabla 16. Rendimiento mensual en Kg/m² del primer año

	Densidad 8,88 plantas/m lineal	Densidad 7,78 plantas/m lineal	Densidad 6,67 plantas/m lineal
Junio	0,25 a	0,17 a	0,20 a
Julio	1,07 b	1,00 b	0,79 a
Agosto	1,10 a	1,12 a	0,98 a
Septiembre	0,73 a	0,7 a	0,73 a
Octubre	2,12 a	2,09 a	1,87 a
Noviembre	1,09 a	1,11 a	1,05 a
Diciembre	1,69 b	1,74 b	1,35 a

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas $p \leq 5\%$ Test Duncan.

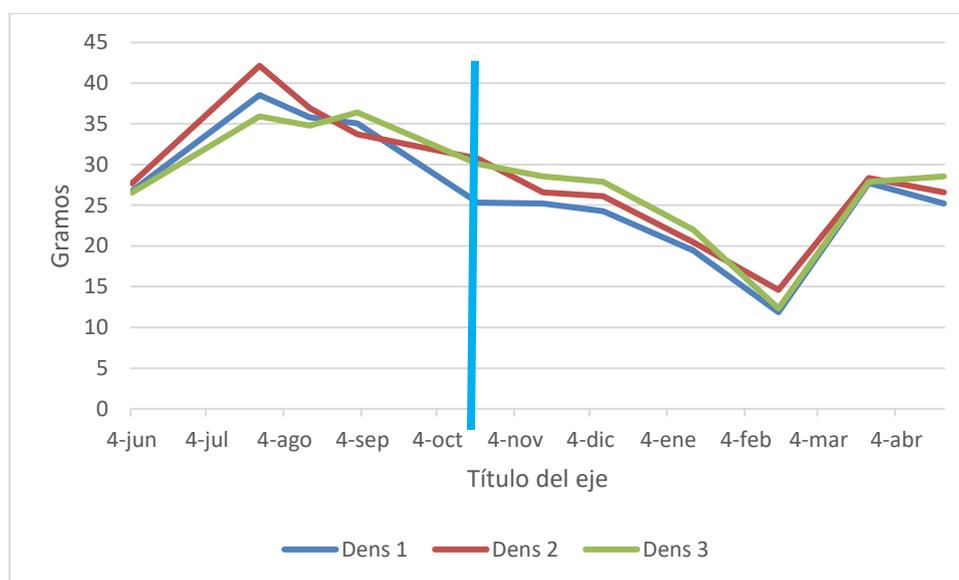
Tabla 17. Rendimiento mensual en Kg/m² del segundo año

	Densidad 8,89 plantas/m lineal	Densidad 7,78 plantas/m lineal	Densidad 6,67 plantas/m lineal
Enero	0,40 a	0,41 a	0,39 a
Febrero	0,97 a	0,99 a	1,00 a
Marzo	0,67 a	0,68 a	0,58 a

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas $p \leq 5\%$ Test Duncan.

Parámetros de calidad

En la Figura 37, se expresan los valores promedio de peso en gramos. En general, no se observan diferencias para las distintas densidades de plantación y sí con respecto a las fechas de evaluación. En los meses con mayores temperaturas (enero y febrero), se observa una marcada disminución del peso medio de los frutos.



AÑO 1

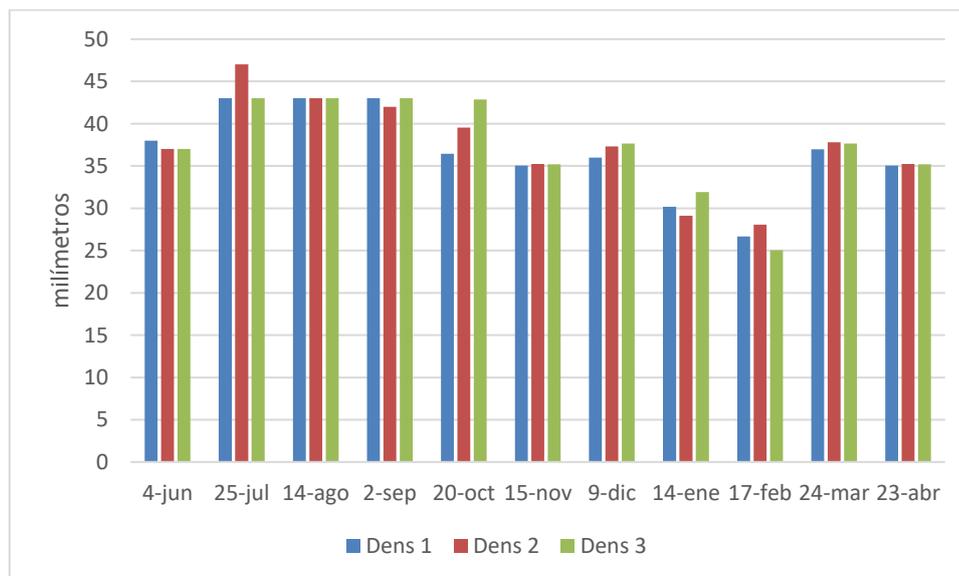
AÑO 2

Referencias: Dens 1: 8,89 plantas/m lineal; Dens 2: 7,78 plantas/m lineal; Dens 3: 6,67 plantas/m lineal

Figura 37. Peso medio de los frutos (g)

- **Calibre:**

En la Figura 38, se expresan los valores promedio de calibre en milímetros evaluados mensualmente. Al igual que en los pesos medios, en los meses con mayores temperaturas (enero y febrero), se observa una marcada disminución del calibre medio de los frutos, para las tres densidades de plantación.

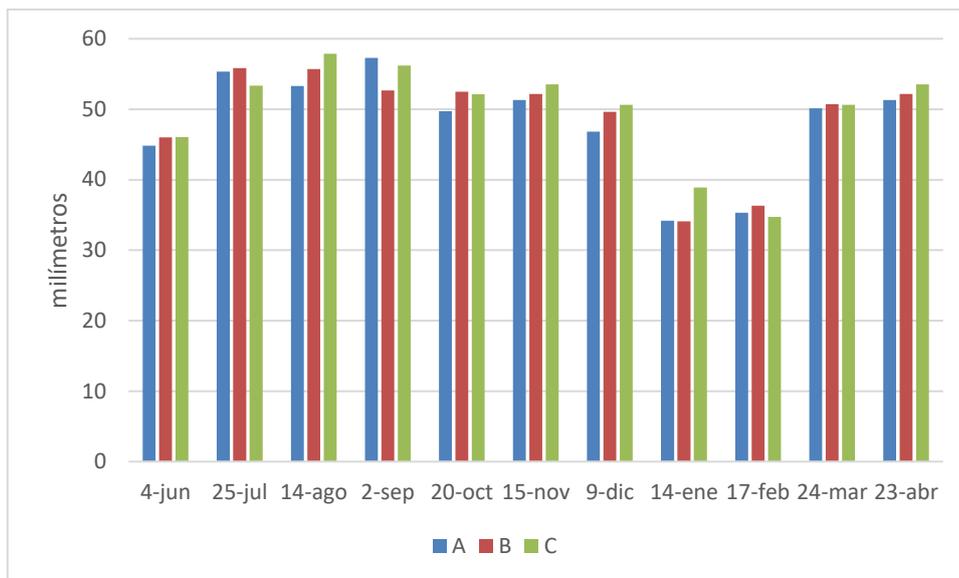


Referencias: Dens 1: 8,89 plantas/m lineal; Dens 2: 7,78 plantas/m lineal; Dens 3: 6,67 plantas/m lineal

Figura 38. Calibre medio (mm)

- **Largo**

En la Figura 39, se expresan los valores promedio de largo de fruta en milímetros evaluados mensualmente. Al igual que en los pesos medios, en los meses con mayores temperaturas (enero y febrero), se observa una marcada disminución del largo medio de los frutos, para las tres densidades de plantación.



Referencias: Dens 1: 8,89 plantas/m lineal; Dens 2: 7,78 plantas/m lineal; Dens 3: 6,67 plantas/m lineal

Figura 39. Largo medio de fruta (mm)

A continuación, se presenta un análisis complementario de calidad, donde se presentan los resultados de firmeza y sólidos solubles, comparando la variedad “San Andreas” cultivada en sustrato bajo cubierta y en suelo en macrotunel (Figura 40 y 41).

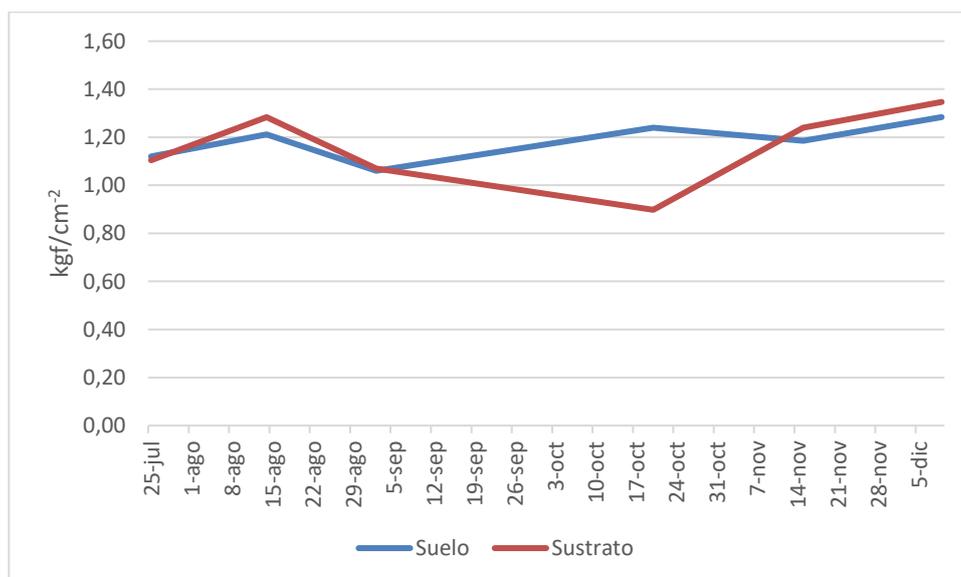


Figura 40. Firmeza del fruto en un cultivo de frutilla sustrato bajo cubierta y en suelo en macrotunel

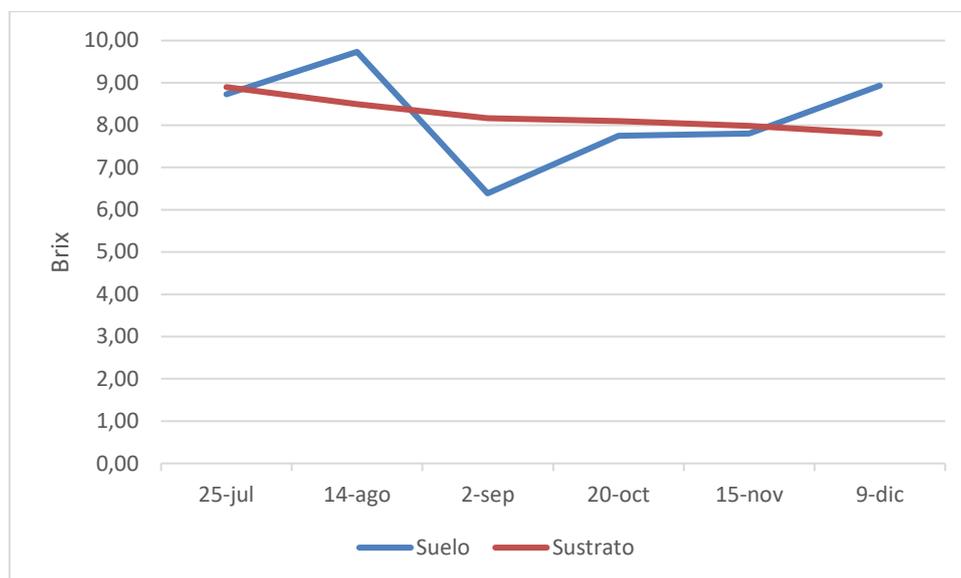


Figura 41. Sólidos solubles totales en un cultivo de frutilla sustrato bajo cubierta y en suelo en macro túnel

Conclusiones

El cultivo de frutilla sin suelo se encuentra en etapa de análisis. De acuerdo a lo observado en los tratamientos realizados, los rendimientos son en general buenos, como así también la calidad de la fruta en cuanto a parámetros de peso medio, calibre y largo en todas las densidades analizadas.

No se observan diferencias significativas en los rendimientos acumulados expresados en kilogramos de fruta por unidad de superficie, pero sí en algunos meses. Esto requiere la realización de análisis económicos para evaluar la conveniencia, en función de la variabilidad de precios a lo largo del año.

En lo que respecta a sólidos solubles, se puede observar menor variabilidad durante el año en el sustrato que en el suelo.

Además, es fundamental seguir evaluando la productividad en el segundo año de producción y un posible tercero, debido que, en la zona de Coronda, los cultivos en suelo, solo son comerciales un año.

Prospectiva

La producción de frutillas en sustrato se trata de una innovación tecnológica que está siendo evaluada en la zona de Coronda, la misma podrá dar solución a determinadas limitaciones del sistema de producción tradicional fundamentalmente relacionado a enfermedades de suelo, el uso más eficiente de la superficie, la reducción de costo de cobertura, y el uso más eficiente de la mano de obra y logrando una producción estival y bianual.

Los resultados encontrados hasta el momento son alentadores, lo cual demanda continuar profundizando el estudio técnico y económico de dicho sistema como una alternativa a la producción tradicional

Si bien los rendimientos durante el primer año son similares a los obtenidos a campo, la importancia del sistema radica en la producción de estiva y bianual, lo que otorga una ventaja comparativa.

PARCELAS EXPERIMENTALES “MAR DEL PLATA”



Parcela experimental “Camet”



Parcela experimental “La Polola”

aaaaaaaaaaaaa

Caracterización general de la zona productora hortofrutícola

El cinturón hortícola de Mar del Plata abarca una superficie de 25 km. de ancho alrededor de la ciudad y se caracteriza por: un clima marítimo que da como resultado veranos relativamente frescos y períodos otoño-invernales no tan rigurosos, buena provisión de agua subterránea, suelos fértiles muy ricos en materia orgánica, de fácil laboreo y una ubicación estratégica para la producción preponderantemente primavero-estivo-otoñal. Los valores más bajos de temperatura se registran durante los meses de julio y agosto, con promedio de 3,6°C y los valores más altos en promedio se dan en el mes de enero con 26,5°C. En cuanto a valores absolutos, la mínima de -4,8°C se registra en julio y la máxima de 37,3°C en enero. El período medio libre de heladas es de 235 días, comprendido entre el 6 de octubre al 30 de mayo. La distribución de las precipitaciones corresponde a un régimen isohigro, caracterizado por la distribución uniforme de las lluvias a lo largo del año, con 800 mm de promedio. El pico máximo se presenta en el mes de marzo, siendo agosto el mes con menores precipitaciones. Analizando el balance hídrico el clima del sudeste se considera subhúmedo-húmedo, lo que indica una buena disponibilidad de agua. El mes de mayor humedad relativa media es junio, con el 78% mientras que los meses más secos son diciembre y enero, con el 66 %. A pesar de la importancia que tiene el granizo como adversidad climática, la frecuencia en el sudeste bonaerense resulta ser muy baja, ya que cabe esperar dos a tres granizadas por año.

Es una zona de gran nubosidad, en donde la frecuencia media anual de días totalmente cubiertos es de 100 y de 43,6 la de días totalmente despejados, lo que indica que en promedio más de 200 días anuales son parcialmente cubiertos. Los meses de invierno son de mayor nubosidad y los de otoño los menos nubosos. Todo esto hace de Mar del Plata una zona con condiciones agro-ecológicas muy aptas lo cual, junto con otros factores (técnicos, mano de obra, insumos, etc.) la convierte en una de las principales regiones abastecedoras de hortalizas de hoja y fruto al resto del país.

El valor agregado a precios corrientes (remuneraciones a los factores productivos más reposición del costo de capital depreciado de la frutihorticultura local para el año 2010 representa el 87% del valor agregado de la agricultura del partido (el resto son cereales y oleaginosas más la prestación de servicios agrícolas).

La producción frutihortícola del partido se destina principalmente a mercados extra-zona, consumiéndose localmente el 8%, valor que alcanza el 10% cuando la demanda estacional aumenta en los meses de verano (Atucha *et al.*, 2004-2012).

La superficie destinada a la producción hortícola es de aproximadamente 9.500 hectáreas a campo y 650 hectáreas bajo cubierta (invernaderos) con una producción total aproximada de 220.000 y 98.000 toneladas respectivamente. Los principales cultivos realizados a campo son: choclo (1.700 ha), lechuga (1.600 ha), zanahoria (1.200 ha) y bajo cubierta tomate, pimiento y lechuga o espinaca en invierno.

Aproximadamente unos 1000 productores llevan adelante la producción frutihortícola de la zona, de los cuales el 80% trabaja una superficie menor a 15 ha; en forma global la actividad requiere de 3.850.000 jornales y unas 13.000 personas involucradas directamente en la producción, aparte de gran cantidad de técnicos y profesionales (Ing. Agrónomos, mecánicos, constructores de invernáculos, etc.).

Desde los comienzos de la horticultura en la zona, se observó una tendencia creciente en cuanto a la superficie sembrada. Al analizar el período evaluado (2001/2017) se puede observar que la superficie hortícola cultivada a campo pasó de 6.902 ha en el año 2000 a las 9.500 ha de la actualidad. Por su parte, la superficie hortícola bajo cubierta (invernáculos) se incrementó en 334% en sólo 17 años, pasando de las 150 ha cuantificadas en el año 2000 a las 650 ha del 2017.

Hay 3 mercados mayoristas que concentran la producción local y existen 7 comercios dedicados específicamente a la venta de insumos para el sector hortícola y otros dedicados a: riego, maquinaria agrícola, repuestos e industrias para el agro, empresas de transporte, etc.

Caracterización del cultivo de frutilla en la zona

Además de las condiciones agroecológicas favorables ya descriptas, el cultivo de la frutilla está arraigado en la región, contándose con experiencia en la producción, asesores técnicos, proveedores de insumos y productores capacitados; todo lo cual permite alcanzar rendimientos y resultados que se ubican entre los mejores del país. Mar del Plata como zona frutillera, aporta un porcentaje muy importante del total de la frutilla comercializada en el país desde fines de la primavera hasta el otoño y exporta parte de su producción a distintos países (Adlercreutz, 2011).

La superficie plantada con frutilla en el sudeste bonaerense ha ido creciendo en los últimos 20 años, con algunos altibajos y años de estabilidad. Actualmente la superficie con frutilla en el sudeste de la provincia de Buenos Aires está estabilizada en 140 ha, aproximadamente (Figura 42).

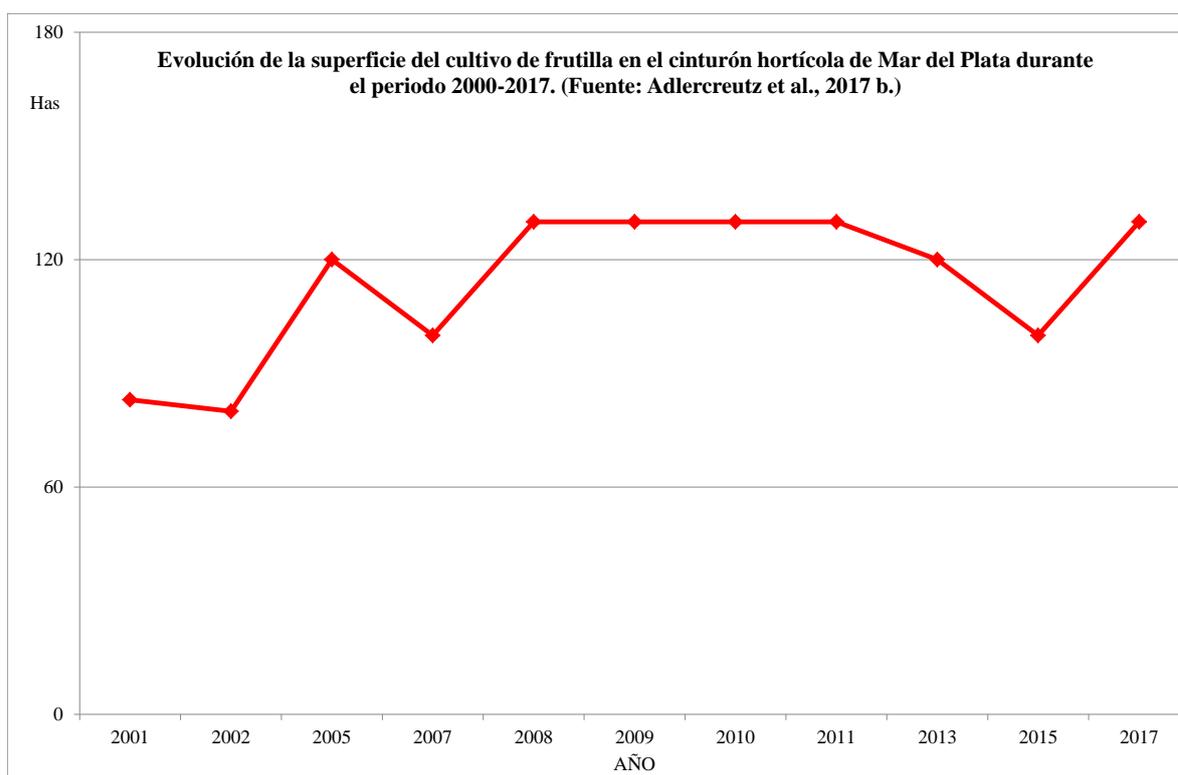


Figura 42. Evolución de la superficie del cultivo de frutilla en el cinturón hortícola de Mar del Plata durante el periodo 2000-2017. (Fuente: Adlercreutz *et al.*, 2017 b)

Entre los motivos que explican el desarrollo del cultivo en Mar del Plata se destacan los altos precios que obtiene la producción de verano-otoño en el mercado interno de fruta fresca, las condiciones agroecológicas y la disponibilidad de servicios e infraestructura regional, la cercanía a los centros de consumo y mercados concentradores más importantes del país, la posibilidad de lograr cultivos bianuales y las mejoras genéticas que se han logrado en los últimos años en los cultivares de día neutro (Adlercreutz, 2011).

Son las variedades de día neutro o reflorescientes en la cuales se basa la producción de este cultivo en el Cinturón Hortícola de Mar del Plata. La plantación se realiza principalmente en verano (febrero-marzo) y en otoño (abril, mayo); una vez implantado el lote, no se requiere de cuidados especiales hasta el comienzo de la cosecha durante los primeros días de noviembre. La cosecha se extiende durante 6 o 7 meses, finalizando en mayo-junio. Los rendimientos alcanzan las 70 t. ha⁻¹ superando a veces las 100 toneladas/ha (rendimientos de dos kilos por planta en una temporada son frecuentes con años de buenas condiciones

agroclimáticas y con la aplicación de un adecuado paquete tecnológico). Habitualmente se dan los cuidados necesarios al cultivo para obtener una nueva cosecha durante el segundo año de implantación (Adlercreutz, 2012). Se planta en lomos o bordos separados 1,30 a 1,40 metros; las plantas se disponen en doble fila en tresbolillo, con una separación de 30 cm entre filas y 33 cm entre plantas dentro de la fila, dando una densidad de 4.6 a 4.4 plantas/m².

La distribución de la producción a lo largo de la estación de crecimiento se caracteriza por la ocurrencia de un marcado pico de producción primaveral, que abarca desde la segunda quincena de noviembre hasta la primera quincena de diciembre (Figura 43). En los primeros dos meses de cultivo, la producción puede alcanzar hasta un kilogramo de fruta por planta (46.000 kg. ha⁻¹) aunque en este período se registran en general bajos precios de la fruta. Posteriormente, durante el mes de enero, se produce una marcada disminución de la producción, con una paulatina recuperación a medida que avanza el verano. Un segundo pico de producción ocurre durante los meses de marzo y abril. Los rendimientos que se obtienen en este momento son mucho menores a los registrados en primavera, aunque los mayores precios de la fruta compensan ampliamente (Adlercreutz, 2013a).

En algunos casos, también se realizan plantaciones de primavera (agosto-noviembre). Las distintas fechas de plantación modifican las curvas de producción y los rendimientos, implicando en algunos casos el uso de distintos tipos de plantines (frigo o fresco). Definir la época de plantación que permita lograr mejores rendimientos y mayor retorno económico ha sido motivo de discusión entre productores, viveristas y técnicos. Para las plantaciones de verano se utilizan plantines frigo conservados (“frigo”) logrando producciones superiores a los 1,7 kg por planta, un 26% superior al rendimiento de las plantaciones de otoño, y un 60% mayor al de la plantación de primavera. Por su parte, para las plantaciones de otoño se utilizan indistintamente plantines ‘frescos’ o frigo, mientras que en las plantaciones de primavera sólo se utilizan plantines frigo, pero con pocos meses de almacenamiento.

En cuanto a la distribución de la cosecha, la principal diferencia entre las plantaciones de verano y las de otoño es que, si bien estas últimas presentan un pico de cosecha en primavera, la producción de la plantación de verano es más sostenida en el tiempo. Por otro lado, las plantaciones de primavera alcanzan los máximos valores de producción en marzo-abril y se mantienen hasta la llegada del invierno.

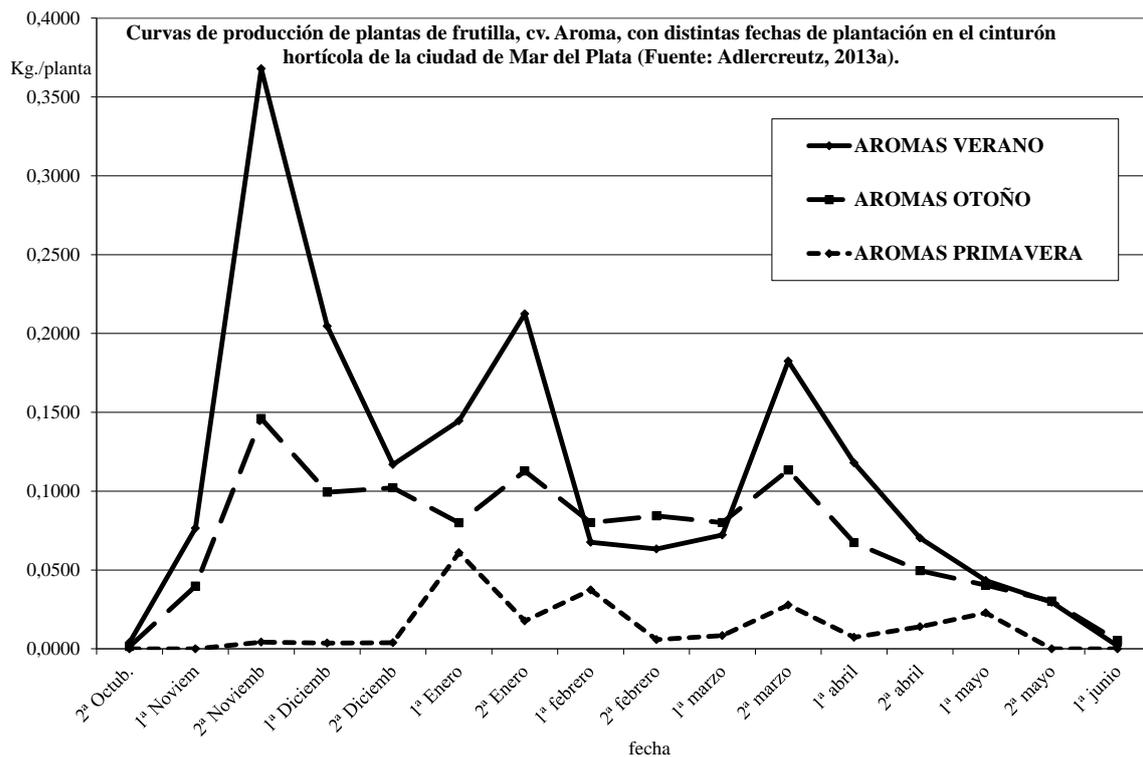


Figura 43. Curvas de producción de plantas de frutilla, cv. Aroma, con distintas fechas de plantación en el cinturón hortícola de la ciudad de Mar del Plata (Fuente: Adlercreutz, 2013 a).

En la zona productiva de Mar del Plata y alrededores se llevaron a cabo dos experiencias en establecimientos productivos de referencia para la zona. A continuación, se presentan la descripción del ensayo y resultados llevadas a cabo en;

- ✓ **PARCELA EXPERIMENTAL “MAR DEL PLATA-LA POLOLA”**
- ✓ **PARCELA EXPERIMENTAL “MAR DEL PLATA-CAMET”**

PARCELA EXPERIMENTAL “MAR DEL PLATA- LA POLOLA”



PARCELA EXPERIMENTAL “MAR DEL PLATA-LA POLOLA”

Ing. Agr. M. Sc. Enrique G. A. Adlercreutz

Ubicación: Establecimiento productivo hortofrutícola “Mar del verde S.R.L”. Ruta 88, Km 22. Paraje: La Polola. Mar del Plata, provincia de Buenos Aires.

Responsable técnico INTA: Ing. Agr. M. Sc. Adlercreutz Enrique

Equipo de trabajo:

- Di Iorio Francisco Javier. Gerente de “Mar del verde S.R.L”.
- Ing. Agr. Alvarez Ignacio Luis. Asesor técnico privado de “Mar del verde S.R.L”.
- Navarro Mariano Jesus
- Romero Quispe Cesar Nelson

Descripción general del ensayo

El ensayo se llevó a cabo bajo invernadero de tipo “capilla simple” de 14,6 metros de ancho, 60 metros de largo y una altura de 2,75 metros en los laterales y 4,45 metros en la parte central (Figura 44).



Figura 44. Vista general de la parcela experimental “Mar del Plata- La Polola”

Los sacos de cultivo se ubicaron sobre una estructura sobre elevada a 0,87 metros sobre el nivel del suelo. La misma se construyó básicamente con postes de madera y alambres que se colocaron longitudinalmente de modo de sostener los sacos. Esta parcela se diferenció del resto, ya que se colocaron dos filas de sacos contiguas, separadas a 55 cm entre ellas, medido de centro a centro de saco. La distancia entre lomos o calles de circulación fue de 1 metro (Figura 45).



Figura 45. Estructura de sostén para sacos de cultivo

Considerando la longitud del saco de cultivo (90 cm) y la disposición presentada anteriormente, resultó una parcela experimental de aproximadamente 792 metros lineales, conformada por 16 lomos de 55 sacos de cultivo cada uno.

El piso del invernáculo no se cubrió con una malla “cubre suelo”. Se realizó una pequeña zanja por debajo de cada línea de plantación de modo de conducir el drenado y facilitar la circulación (Figura 46). Esto trajo aparejado la desventaja de formación de verdín, que será contemplado para futuras experiencias.



Figura 46. Conducción del drenado en zanja y formación de verdín

Plantación

La plantación se realizó en mayo del 2019. Se utilizó la variedad “San Andreas”, y plantines fresco.-Sobre cada saco, se realizaron dos hileras o filas de plantación, y los plantines se colocaron a tresbolillo, distanciados 10 cm entre ellos.

Tratamientos

En ésta parcela experimental se evaluaron las siguientes densidades de plantación, con un distanciamiento entre filas de 1 metro:

Densidad 1: 6 plantas/saco de cultivo = 6,66 plantas/m lineal = $6,66 \text{ plantas/m}^2 = 4.16$ litros/planta

Densidad 2: 8 plantas/saco de cultivo = 8,88 plantas/ m lineal = $8,88 \text{ plantas/m}^2 = 3.12$ litros/planta

Densidad 3: 10 plantas/saco de cultivo (11,1 plantas/m lineal: $11,11 \text{ plantas/m}^2 = 2.5$ litros/planta

Diseño experimental y Análisis estadístico

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados, con 3 repeticiones.

Para el análisis estadístico, los datos se sometieron a un análisis de varianza, utilizando el programa Infostat profesional (versión 1.1). Cuando existieron diferencias entre las medias, las mismas se compararon utilizando el test de Fischer (0,05 %).

Determinaciones realizadas

Se determinaron los siguientes parámetros de rendimiento:

- Rendimiento de la totalidad de la superficie cultivada
- Rendimiento según densidades de plantación: peso y número de frutos comerciales y de descarte.

A la fecha no se realizaron determinaciones de calidad. Las mismas están previstas para ser realizadas en el siguiente periodo.

Aprovisionamiento de agua y nutrientes

Se realizó a través de un sistema de fertirriego. Previo a la formulación de la solución nutritiva se realizó un análisis físico-químico del agua de riego, para luego definir dosis y fertilizantes a utilizar.

A continuación, se presentan los resultados y el manejo implementado, según la etapa de cultivo;

Tabla 18. Características físico-químicas del agua de riego utilizada en la parcela experimental “Mar del Plata- La Polola”.

 		INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA CENTRO DE INVESTIGACIONES EN RECURSOS NATURALES (CIRN) INSTITUTO DE FLORICULTURA (IF) Grupo de Análisis de Sustratos y Calidad de Aguas de Riego (ASA) Informe de Análisis de calidad de AGUAS de RIEGO		REG 07 PASA Version: 1 Fecha: Página 1																																																																																							
Fecha análisis:	26/02/2019	Forma de Entrega:	e-mail																																																																																								
Nombre:	Di Iorio	Entregó:	Karlarian, Monica																																																																																								
Análisis de:	Aguas de pozo	Código de muestra:	190206 - 5 y 6																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre de la muestra:</th> <th>Bomba chica</th> <th>Bomba grande</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td> <td>6,80</td> <td>6,80</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctr.</td> <td>dS.m⁻¹ 0,98</td> <td>1,04</td> </tr> <tr> <td>Nitratos</td> <td>ppm o mg.l⁻¹ 36,0</td> <td>91,0</td> </tr> <tr> <td>Calcio</td> <td>ppm o mg.l⁻¹ 43,8</td> <td>47,8</td> </tr> <tr> <td>Magnesio</td> <td>ppm o mg.l⁻¹ 50,1</td> <td>51,5</td> </tr> <tr> <td>Potasio</td> <td>ppm o mg.l⁻¹ 12,5</td> <td>13,8</td> </tr> <tr> <td>Sodio</td> <td>ppm o mg.l⁻¹ 49,1</td> <td>57,4</td> </tr> <tr> <td>Carbonatos</td> <td>ppm o mg.l⁻¹ 0,0</td> <td>0,0</td> </tr> <tr> <td>Bicarbonatos</td> <td>ppm o mg.l⁻¹ 519</td> <td>561</td> </tr> <tr> <td>Cloruros</td> <td>ppm o mg.l⁻¹ 34,8</td> <td>50,0</td> </tr> <tr> <td>SAR*</td> <td>1,2</td> <td>1,4</td> </tr> </tbody> </table>		Nombre de la muestra:	Bomba chica	Bomba grande	pH	6,80	6,80	Conductividad Eléctr.	dS.m ⁻¹ 0,98	1,04	Nitratos	ppm o mg.l ⁻¹ 36,0	91,0	Calcio	ppm o mg.l ⁻¹ 43,8	47,8	Magnesio	ppm o mg.l ⁻¹ 50,1	51,5	Potasio	ppm o mg.l ⁻¹ 12,5	13,8	Sodio	ppm o mg.l ⁻¹ 49,1	57,4	Carbonatos	ppm o mg.l ⁻¹ 0,0	0,0	Bicarbonatos	ppm o mg.l ⁻¹ 519	561	Cloruros	ppm o mg.l ⁻¹ 34,8	50,0	SAR*	1,2	1,4	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">Valores de referencia</th> </tr> <tr> <th>Bajo</th> <th>Medio</th> <th>Alto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PH</td> <td></td> <td>5.5 - 7.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conductividad Elect. (dS.m⁻¹)</td> <td>< 0,25</td> <td>0,25 mS - 0,75 mS</td> <td>> 0,75 mS</td> </tr> <tr> <td>Nitratos (ppm)</td> <td><10</td> <td>10 - 75</td> <td>>75</td> </tr> <tr> <td>Calcio (ppm)</td> <td><25</td> <td>25 - 75</td> <td>>75</td> </tr> <tr> <td>Magnesio (ppm)</td> <td><10</td> <td>10 - 30</td> <td>>30</td> </tr> <tr> <td>Potasio (ppm)</td> <td></td> <td></td> <td>>100</td> </tr> <tr> <td>Sodio (ppm)</td> <td>< 70</td> <td>70 - 140</td> <td>> 140</td> </tr> <tr> <td>Bicarbonatos (ppm)</td> <td><100</td> <td>100 - 360</td> <td>> 360</td> </tr> <tr> <td>Cloruros (ppm)</td> <td><70</td> <td>70 - 140</td> <td>>140</td> </tr> <tr> <td>Índice SAR</td> <td>0 - 10</td> <td>10 - 18</td> <td>18 - 30</td> </tr> <tr> <td>Alcalinidad</td> <td><40</td> <td>40 - 160</td> <td>>400</td> </tr> </tbody> </table>				Valores de referencia			Bajo	Medio	Alto	PH		5.5 - 7.0		Conductividad Elect. (dS.m ⁻¹)	< 0,25	0,25 mS - 0,75 mS	> 0,75 mS	Nitratos (ppm)	<10	10 - 75	>75	Calcio (ppm)	<25	25 - 75	>75	Magnesio (ppm)	<10	10 - 30	>30	Potasio (ppm)			>100	Sodio (ppm)	< 70	70 - 140	> 140	Bicarbonatos (ppm)	<100	100 - 360	> 360	Cloruros (ppm)	<70	70 - 140	>140	Índice SAR	0 - 10	10 - 18	18 - 30	Alcalinidad	<40	40 - 160	>400
Nombre de la muestra:	Bomba chica	Bomba grande																																																																																									
pH	6,80	6,80																																																																																									
Conductividad Eléctr.	dS.m ⁻¹ 0,98	1,04																																																																																									
Nitratos	ppm o mg.l ⁻¹ 36,0	91,0																																																																																									
Calcio	ppm o mg.l ⁻¹ 43,8	47,8																																																																																									
Magnesio	ppm o mg.l ⁻¹ 50,1	51,5																																																																																									
Potasio	ppm o mg.l ⁻¹ 12,5	13,8																																																																																									
Sodio	ppm o mg.l ⁻¹ 49,1	57,4																																																																																									
Carbonatos	ppm o mg.l ⁻¹ 0,0	0,0																																																																																									
Bicarbonatos	ppm o mg.l ⁻¹ 519	561																																																																																									
Cloruros	ppm o mg.l ⁻¹ 34,8	50,0																																																																																									
SAR*	1,2	1,4																																																																																									
	Valores de referencia																																																																																										
	Bajo	Medio	Alto																																																																																								
PH		5.5 - 7.0																																																																																									
Conductividad Elect. (dS.m ⁻¹)	< 0,25	0,25 mS - 0,75 mS	> 0,75 mS																																																																																								
Nitratos (ppm)	<10	10 - 75	>75																																																																																								
Calcio (ppm)	<25	25 - 75	>75																																																																																								
Magnesio (ppm)	<10	10 - 30	>30																																																																																								
Potasio (ppm)			>100																																																																																								
Sodio (ppm)	< 70	70 - 140	> 140																																																																																								
Bicarbonatos (ppm)	<100	100 - 360	> 360																																																																																								
Cloruros (ppm)	<70	70 - 140	>140																																																																																								
Índice SAR	0 - 10	10 - 18	18 - 30																																																																																								
Alcalinidad	<40	40 - 160	>400																																																																																								
Observaciones: Ver valores de referencia en cuadro derecho.																																																																																											
Instituto de Floricultura INTA - Tel. 00-54-11- 4621-1684 - De los Reseros y N. Repetto. s/nº - Hurlingham (1686) - Pcia. Bs. As. karlarian.monica@inta.gob.ar																																																																																											
Nota: El propietario de las muestras acepta los métodos de ensayo del Laboratorio de Análisis de Sustratos y Aguas del Instituto de Floricultura. Los resultados de análisis se remiten a las muestras recibidas. Los procedimientos de análisis de Ph y CE se encuentran en proceso de implementación para la certificación de las normas ISO 9001:2000. *RAS: Relación de Absorción de Sodio.																																																																																											
Elaboró Referente Técnico		Revisó Referente Técnico		Aprobó Referente de Calidad																																																																																							

Los valores de agua son similares a los valores habituales de la zona. La elevada CE con presencia de altos niveles de bicarbonatos (HCO_3^-) principalmente de sodio (Na^+) son una limitante en cultivos sensibles a altas CE como frutilla, manifestándose marcadamente el efecto perjudicial cuando ésta es realizada en un sistema de cultivo sin suelo.

Por ello, y fundamentalmente en este tipo de sistemas, se hace necesario el agregado de agua de buena calidad, como lo es el agua de lluvia acumulada en reservorios o el agua tratada con equipos de ósmosis inversa u otros.

En el mes de julio de 2019 se inició la construcción de un reservorio de agua, que fue modificado y terminado en marzo del 2020. Actualmente dispone de una capacidad de 1.000.000 litros (Figura 47).



Figura 47. Sistema de captación, conducción y almacenamiento de agua de lluvia para riego.
Julio 2019



Figura 48. Sistema de captación, conducción y almacenamiento de agua de lluvia para riego.
Marzo 2020

En abril del 2020 se comenzó a regar utilizando solamente agua de lluvia. Ello permitió mejorar notablemente la calidad del agua utilizada para el riego de las plantas (Tabla 19).

Tabla 19. Valores de pH y de CE registrados en una solución nutritiva formulada con agua de pozo y con una combinación de agua de pozo y agua de lluvia, medidos al inicio de la distribución del fertiriego y en el drenaje posterior.

Composición de la solución nutritiva	pH		C.E	
	Al inicio	En el drenaje	Al inicio	En el drenaje
Fertilizantes + agua de pozo	6.5 a 6.9	6.9	1.5 a 1.8	2 a 2.5
Fertilizantes + agua de lluvia	6.5 a 6.9	6.9	0.8 a 0.9	1.3 a.1.4

Manejo de la fertilización

Para el manejo del plan nutricional, además de los requerimientos del cultivo, se tuvieron en cuenta los valores de pH y CE medidos en el drenado. Para ello se realizó un seguimiento diario a través de la medición del pH, CE y principales nutrientes en el drenado, realizando las correcciones necesarias.

A continuación, se presentan las dosis de los principales nutrientes utilizados para la formulación de la solución nutritiva durante un año de cultivo, desde mayo del 2019 a mayo del 2020 (Tabla 20);

Tabla 20. Total anual de nutrientes² utilizados para cubrir los requerimientos del cultivo de frutilla en sustrato en la parcela experimental “La Polola-Mar del Plata” durante un año de cultivo (mayo 2019 a mayo 2020)

N	P	K	Ca	Fe	S	Mg
96	8	54	162	1	32	17

Se utilizaron fertilizantes para fertiriego, de la marca Hakaphos[®] (Compo Expert) y otros fertilizantes solubles. Se fueron realizando combinaciones de productos de acuerdo a las necesidades del cultivo.

² expresado en unidades del nutriente considerado

Resultados

Rendimiento total de la parcela experimental

A continuación, se presentan los rendimientos totales registrados en la parcela experimental desde el inicio de la cosecha hasta el mes de mayo del 2020, independientemente de la densidad plantada en cada tratamiento.

El rendimiento total fue en promedio de 780 gramos/planta, lo que equivale a 65.200 kilos/ha e incluye tanto la fruta comercial como el descarte (Tabla 21).

Tabla 21. Rendimiento (Peso total de fruta) para el cultivo de frutilla en sustrato en la parcela experimental “Mar del Plata-La Polola” en el periodo 2019-2020

Superficie total del invernáculo	Cantidad de plantas	Rendimiento total de la parcela experimental			
		Kg/planta	Kg/m ²	Kg/m lineal	Kg/ha
900 m ²	7.500	0,78	6,52	7,40	65.200

Al analizar la evolución mensual del rendimiento (Figura 49), se observa que en el mes de noviembre se logró el máximo rendimiento total, siendo de 1.280 Kg, seguido por enero con 820 Kg.

Cabe destacar que en ésta parcela prácticamente no se registró fruta de descarte. Toda la fruta cosechada fue comercializada, y por ello se diferenció como fruta de 1° calidad y fruta de 2° calidad, tomando como tal a la fruta menor a 15 gramos. Incluso la fruta de 2° calidad se registró sólo en el primer y en los dos últimos meses de producción.

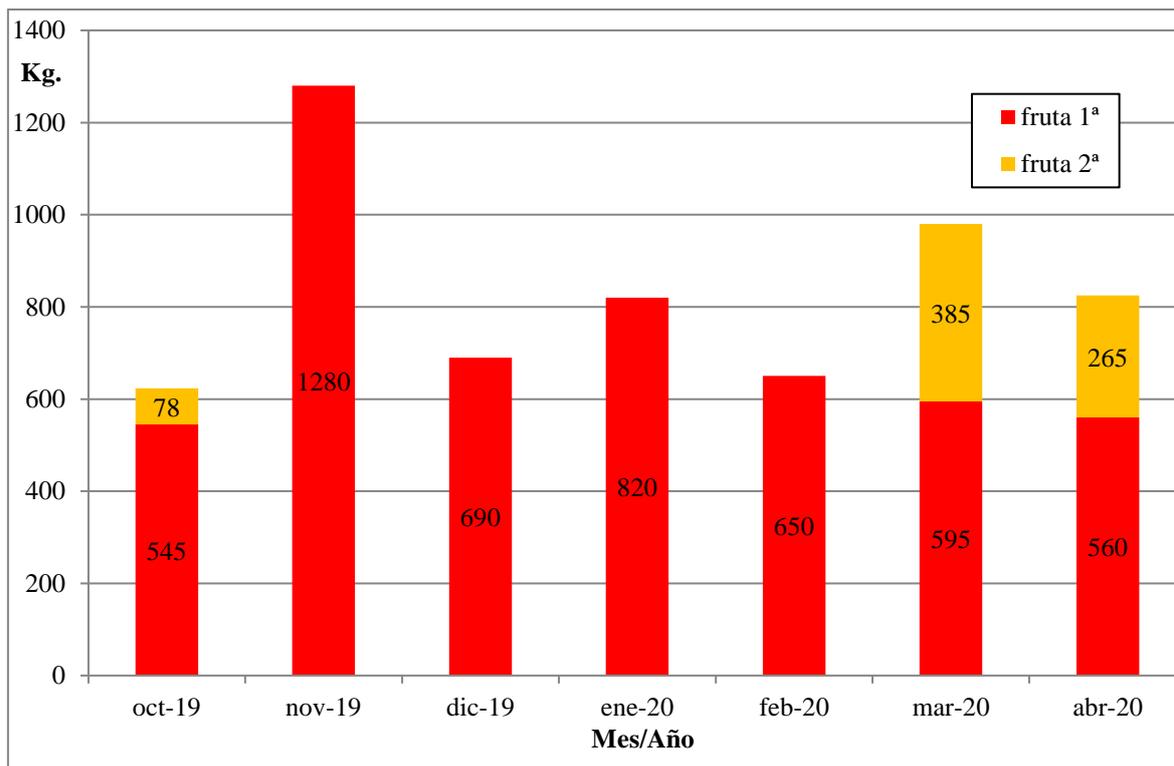


Figura 49. Evolución del rendimiento total mensual

Rendimientos según densidad de plantación

En la Tabla 22, se presentan los resultados encontrados en las tres densidades de plantación evaluadas. Se observó que el rendimiento por planta fue decreciendo con el aumento de la densidad, ocurriendo lo contrario con el peso/fruto, el cual aumentó a medida que aumentaba la densidad por metro lineal.

El motivo del descarte fue principalmente por tamaño chico (no comercial) y este parámetro se incrementó con el aumento de densidad. La densidad de 6.67 plantas/m lineal (6 plantas por saco), obtuvo el mayor rendimiento en frutos comerciales con diferencias significativas con respecto a las otras dos densidades, logrando también el menor porcentaje de descarte por tamaño no comercial.

Tabla 22. Resultados de rendimiento según las densidades de plantación evaluadas

Tratamiento	Rendimiento							
	Peso (gr)					Número de frutos		
	Total general	Descarte		Comercial		comercial		Descarte
		Total (gr)	%	Total comercial	gr/planta	Total	gr/fruto	
6,67 plantas/m lineal	6.069 a	1.743	29	4.326	240 a	245 a	17.6	198
8,89 plantas/m lineal	5.929 a	2.036	34	3.893	162 b	245 a	18	222
11,11 plantas/m lineal	6.545 a	2.057	31	4.488	149 b	235 a	19	228

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según Fischer ($p \leq 0,05$)

El rendimiento por planta fue decreciendo con el aumento de la densidad. Si bien el mayor peso por fruto se obtuvo en la densidad más alta (11,11 plantas/m lineal) el descarte por fruta chica se redujo a medida que aumentaba la densidad. La densidad de 6.67 plantas/m lineal fue la de mejor performance del ensayo en lo que se refiere a rendimiento por planta y porcentaje de descarte por tamaño no comercial.

Conclusiones

El rendimiento por planta es satisfactorio para la zona considerando la fecha tardía de trasplante pero se deberán seguir ajustando las variables para este sistema productivo.

Para evitar valores elevados de CE que se alcanzan con el aporte del agua más fertilizantes se hace necesario, en cultivos de frutilla en sustrato, el uso o el agregado de incorporación de agua de buena calidad, como lo es el agua de lluvia acumulada en reservorios u otros.

La densidad de 6,67 plantas/m lineal (6 plantas por saco) sería la mejor en cuanto a rendimiento por planta y porcentaje de descarte, no así en tamaño de fruto.

PARCELA EXPERIMENTAL "MAR DEL PLATA-CAMET"



PARCELA EXPERIMENTAL “MAR DEL PLATA- CAMET”

Ing. Agr. M. Sc. Enrique G. A. Adlercreutz

Ubicación: Establecimiento productivo frutícola “Campos de frutilla S.R.L”. Ruta 226. Km 6,5. Camet. Mar del Plata, provincia de Buenos Aires.

Responsable técnico INTA: Ing. Agr. M. Sc. Adlercreutz Enrique

Equipo de trabajo:

Guillermo Parducci. Gerente de “Campos de frutilla S.R.L”.

Nicolás Parducci. Gerente de “Campos de frutilla S.R.L”.

Alejandro Chicatun. Socio de “Campos de frutilla S.R.L”.

Ing. Agr. Carolina Sartal. Asesora técnica privada

Ing. Agr. Enrique Manzo. Asesor técnico privado

Descripción general del ensayo

El ensayo se llevó a cabo bajo invernadero de tipo capilla de 21,63 metros de ancho, 24 metros de largo y una altura de 2,20 m en los laterales y aproximadamente 4,5 m en la parte central (Figura 50).



Figura 50. Vista general de la parcela experimental “Mar del Plata- Camet” para el cultivo de frutilla en sustrato

Las plantas se desarrollaron bajo cubierta desde su plantación a fin del verano hasta el inicio de la primavera. En ese momento, la cubierta del techo fue removida, quedando a cielo abierto de manera permanente. Los laterales se cubrieron con una malla plástica blanca al 55% de 2,20 metros de alto, con el objetivo de reducir la incidencia del viento sobre las plantas y especialmente sobre la fruta.

Los sacos de cultivo se ubicaron sobre una estructura sobreelevada a 0,8 metros sobre el nivel del suelo, y a una distancia de 1,20 metros entre fila de plantación. La estructura de sostén se realizó con postes de madera en los extremos y varillas intermedias, colocadas cada 2 metros aproximadamente, de 4 x 4,5 cm de sección. Se tensaron dos alambres en forma longitudinal, distanciados a 26 cm. Sobre ellos se colocaron lonjas de nylon, de modo de formar canaletas de contención. Las diferentes mezclas de sustratos y los sacos de cultivo se ubicaron dentro de dichas canaletas (Figura 51).



Figura 51. Estructura de sostén de sacos de cultivo y mezclas de sustratos en la parcela experimental “Mar del Plata-Camet”

Plantación

Se utilizaron plantines tipo “frigo” de la variedad “San Andreas”. Se realizaron dos plantaciones, una hacia fin del verano (28 de febrero al 14 de marzo del 2019 y otra en el mes de octubre del 2019 (Tabla 24). Esta última fecha plantación tuvo como objetivo evaluar el sistema de producción en plantación de primavera y a su vez, aprovechar el espacio que se había producido debido a la muerte de plantas y eliminación de los tratamientos correspondientes.

Tratamientos

Se evaluaron diferentes tipos de sustratos, formulaciones y formas de presentación.

Se formularon mezclas caseras y también se utilizaron sustratos comerciales contenidos en sacos de cultivo. En éstos últimos se evaluaron diferentes densidades de plantación (Tabla 23).

Cada tratamiento se ubicó en una línea o lomo de plantación, resultando 17 lomos de 20 metros de largo. Las plantas se dispusieron en hileras dobles a tresbolillo. La distancia entre lomos fue de 1,20 metros.

Tabla 23. Tratamientos evaluados en la parcela experimental “Mar del Plata-Camet”

Lomo	Fecha de plantación	Tratamiento	Volumen (litros)/ planta	Densidad de plantación
1	08/03/2019	Saco de cultivo “HydroP” Terrafertil (turba + perlita + corteza de pino)	3	8, 89 plantas/m lineal
2	28/02/2019	Fibra de coco 100 %	3	8 plantas/metro lineal
2 bis ³	12/10/2019	Fibra de coco 100 %	3	8 plantas/metro lineal
3	28/02/2019	Turba 100 %	3	8 plantas/metro lineal
4	28/02/2019	Turba 40% + Aserrín 50% + Vermiculita 10%	3	8 plantas/metro lineal
4 bis ⁴	29/10/2019	Saco de cultivo “HydroP” Terrafertil (turba + perlita + corteza de pino)	3	11, 1 plantas/ m lineal
5	28/02/2019	Aserrín 45% + Bagazo 40% + Humus 15%	3	8 plantas/metro lineal
6	28/02/2019	Turba 85% + Humus 15%	3	8 plantas/metro lineal
7	01/03/2019	Turba 100% + Yeso (2 kg/lomo)	3	8 plantas/metro lineal
8	01/03/2019	Turba 45% + Aserrín 40% + Humus 15%	3	8 plantas/metro lineal
9	01/03/2019	Turba 75% + Humus 15% + Vermiculita 10%	3	8 plantas/metro lineal
10	13/03/2019	Turba 100 %	1,3	8 plantas/metro lineal
11	13/03/2019	Turba 50% + Aserrín 50%	1,3	8 plantas/metro lineal
12	13/03/2019	Turba 70% + Aserrín 30%	1,3	8 plantas/metro lineal
13	14/03/2019	Turba 70% + Aserrín 30%	1,3	8 plantas/metro lineal
14	14/03/2019	Turba 90% + Humus 10%	1,3	8 plantas/metro lineal
15	14/03/2019	Turba 100 %	1,3	8 plantas/metro lineal
16	14/03/2019	Turba 100 %	1,3	8 plantas/metro lineal
17. A ⁵	14/03/2019	Saco de cultivo “HydroP” Terrafertil (turba + perlita + corteza de pino)	3	5,55 plantas/m lineal
17.B	14/03/2019	Saco de cultivo “HydroP” Terrafertil (turba + perlita + corteza de pino)	3	6,67 plantas/m lineal
17.C	14/03/2019	Saco de cultivo “HydroP” Terrafertil (turba + perlita + corteza de pino)	3	7,78 plantas/m lineal

³ Lomo 2 bis: sobre el mismo material, se replantó el lomo 2 debido a la muerte de la plantación realizada en marzo del 2019.

⁴ Lomo 4 bis: se replantó el lomo 4 debido a la muerte de la plantación realizada en marzo del 2019.

⁵ Lomo 17: se dividió en tres partes de igual longitud: A, B, C, donde se dispusieron las densidades de 5, 6 y 7 plantas/saco respectivamente.

Determinaciones realizadas

Se registraron las siguientes variables:

- **Supervivencia de plantas y coronas generadas:** al inicio de la temporada de cosecha (1-4 octubre de 2019), se determinó por conteo el número de plantas vivas y el número de coronas generadas en todos los tratamientos evaluados. Este último parámetro se tomó como indicador del rendimiento potencial de la planta.

- **Rendimiento:** se determinó el peso total y por planta, para fruta comercial (mayor a 10 gramos) y descarte (menor a 10 gramos).

La fruta comercial, a su vez se clasificó como fruta de primera y segunda calidad. Para ello se consideró la longitud del fruto, medida con un calibre, siendo de primera calidad aquella fruta mayor a 4 cm y de segunda menor a 4 cm.

- **Peso y número de fruta de primera y segunda:** se tomaron muestras de 1 kg de fruta y se contó para cada tratamiento, en cada cosecha, la cantidad de frutos que había en 1 kg. Se obtuvo el peso promedio.

Aprovisionamiento de agua y nutrientes

Previo a la formulación nutritiva, se realizó un análisis de la calidad de agua para riego (Tabla 24). Se encontró un elevado contenido de sodio, que trajo aparejado un considerable aumento en la conductividad eléctrica (CE), situación que se agravó con el agregado del fertilizante.

Tabla 24. Características físico-químicas del agua de riego utilizada en la parcela experimental “Mar del Plata-Camet”.

 		INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA CENTRO DE INVESTIGACIONES EN RECURSOS NATURALES (CIRN) INSTITUTO DE FLORICULTURA (IF) Grupo de Análisis de Sustratos y Calidad de Aguas de Riego (ASA) Informe de Análisis de calidad de AGUAS de RIEGO		REG 07 PASA Version: 1 Fecha: Página 1																																																																																																				
Fecha análisis:	26/02/2019	Forma de Entrega:	e-mail																																																																																																					
Nombre:	Parducci	Entregó:	Karlarian, Monica																																																																																																					
Análisis de:	agua de pozo	Código de muestra:	190206 - 5																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre de la muestra:</th> <th>Camet</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>pH</td><td>7,22</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Conductividad Eléctr.</td><td>dS.m⁻¹</td><td>0,93</td><td></td></tr> <tr><td>Nitratos</td><td>ppm o mg.l⁻¹</td><td>85,1</td><td></td></tr> <tr><td>Calcio</td><td>ppm o mg.l⁻¹</td><td>8,8</td><td></td></tr> <tr><td>Magnesio</td><td>ppm o mg.l⁻¹</td><td>8,5</td><td></td></tr> <tr><td>Potasio</td><td>ppm o mg.l⁻¹</td><td>8,7</td><td></td></tr> <tr><td>Sodio</td><td>ppm o mg.l⁻¹</td><td>167,0</td><td></td></tr> <tr><td>Carbonatos</td><td>ppm o mg.l⁻¹</td><td>0,0</td><td></td></tr> <tr><td>Bicarbonatos</td><td>ppm o mg.l⁻¹</td><td>610</td><td></td></tr> <tr><td>Cloruros</td><td>ppm o mg.l⁻¹</td><td>47,2</td><td></td></tr> <tr><td>SAR*</td><td></td><td>9,6</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Nombre de la muestra:	Camet			pH	7,22			Conductividad Eléctr.	dS.m ⁻¹	0,93		Nitratos	ppm o mg.l ⁻¹	85,1		Calcio	ppm o mg.l ⁻¹	8,8		Magnesio	ppm o mg.l ⁻¹	8,5		Potasio	ppm o mg.l ⁻¹	8,7		Sodio	ppm o mg.l ⁻¹	167,0		Carbonatos	ppm o mg.l ⁻¹	0,0		Bicarbonatos	ppm o mg.l ⁻¹	610		Cloruros	ppm o mg.l ⁻¹	47,2		SAR*		9,6		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Valores de referencia</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Bajo</th> <th>Medio</th> <th>Alto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PH</td><td></td><td>5.5 - 7.0</td><td></td></tr> <tr><td>Conductividad Elect. (dS.m⁻¹)</td><td>< 0,25</td><td>0,25 mS - 0,75 mS</td><td>> 0,75 mS</td></tr> <tr><td>Nitratos (ppm)</td><td><10</td><td>10 - 75</td><td>>75</td></tr> <tr><td>Calcio (ppm)</td><td><25</td><td>25 - 75</td><td>>75</td></tr> <tr><td>Magnesio (ppm)</td><td><10</td><td>10 - 30</td><td>>30</td></tr> <tr><td>Potasio (ppm)</td><td></td><td></td><td>>100</td></tr> <tr><td>Sodio (ppm)</td><td>< 70</td><td>70 - 140</td><td>> 140</td></tr> <tr><td>Bicarbonatos(ppm)</td><td><100</td><td>100 - 360</td><td>> 360</td></tr> <tr><td>Cloruros (ppm)</td><td><70</td><td>70 - 140</td><td>>140</td></tr> <tr><td>Indice SAR</td><td>0 - 10</td><td>10 - 18</td><td>18 - 30</td></tr> <tr><td>Alcalinidad</td><td><40</td><td>40 - 160</td><td>>400</td></tr> </tbody> </table>			Valores de referencia					Bajo	Medio	Alto	PH		5.5 - 7.0		Conductividad Elect. (dS.m ⁻¹)	< 0,25	0,25 mS - 0,75 mS	> 0,75 mS	Nitratos (ppm)	<10	10 - 75	>75	Calcio (ppm)	<25	25 - 75	>75	Magnesio (ppm)	<10	10 - 30	>30	Potasio (ppm)			>100	Sodio (ppm)	< 70	70 - 140	> 140	Bicarbonatos(ppm)	<100	100 - 360	> 360	Cloruros (ppm)	<70	70 - 140	>140	Indice SAR	0 - 10	10 - 18	18 - 30	Alcalinidad	<40	40 - 160	>400
Nombre de la muestra:	Camet																																																																																																							
pH	7,22																																																																																																							
Conductividad Eléctr.	dS.m ⁻¹	0,93																																																																																																						
Nitratos	ppm o mg.l ⁻¹	85,1																																																																																																						
Calcio	ppm o mg.l ⁻¹	8,8																																																																																																						
Magnesio	ppm o mg.l ⁻¹	8,5																																																																																																						
Potasio	ppm o mg.l ⁻¹	8,7																																																																																																						
Sodio	ppm o mg.l ⁻¹	167,0																																																																																																						
Carbonatos	ppm o mg.l ⁻¹	0,0																																																																																																						
Bicarbonatos	ppm o mg.l ⁻¹	610																																																																																																						
Cloruros	ppm o mg.l ⁻¹	47,2																																																																																																						
SAR*		9,6																																																																																																						
Valores de referencia																																																																																																								
	Bajo	Medio	Alto																																																																																																					
PH		5.5 - 7.0																																																																																																						
Conductividad Elect. (dS.m ⁻¹)	< 0,25	0,25 mS - 0,75 mS	> 0,75 mS																																																																																																					
Nitratos (ppm)	<10	10 - 75	>75																																																																																																					
Calcio (ppm)	<25	25 - 75	>75																																																																																																					
Magnesio (ppm)	<10	10 - 30	>30																																																																																																					
Potasio (ppm)			>100																																																																																																					
Sodio (ppm)	< 70	70 - 140	> 140																																																																																																					
Bicarbonatos(ppm)	<100	100 - 360	> 360																																																																																																					
Cloruros (ppm)	<70	70 - 140	>140																																																																																																					
Indice SAR	0 - 10	10 - 18	18 - 30																																																																																																					
Alcalinidad	<40	40 - 160	>400																																																																																																					
Observaciones: Ver valores de referencia en cuadro derecho.																																																																																																								
Instituto de Floricultura INTA - Tel. 00-54-11- 4621-1684 - De los Reseros y N. Repetto. s/nº - Hurlingham (1686) - Pcia. Bs. As. karlarian.monica@inta.gob.ar																																																																																																								
Nota: El propietario de las muestras acepta los métodos de ensayo del Laboratorio de Análisis de Sustratos y Aguas del Instituto de Floricultura. Los resultados de análisis se remiten a las muestras recibidas. Los procedimientos de análisis de Ph y CE se encuentran en proceso de implementación para la certificación de las normas ISO 9001:2000. *RAS: Relación de Absorción de Sodio.																																																																																																								
Elaboró		Revisó		Aprobó																																																																																																				
Referente Técnico		Referente Técnico		Referente de Calidad																																																																																																				

Entre mayo y octubre del 2019, se realizó un riego diario de 10 minutos con una solución nutritiva (agua de pozo + fertilizante). Cada 15 días se realizaron riegos de lavado sólo con agua. La solución nutritiva estuvo compuesta por Hakaphos rojo, a una dosis de 1,5 kg/1000 litros de agua.

Durante octubre, la frecuencia de riego fue de dos veces al día, durante 10 minutos por riego.

En noviembre y diciembre, se efectuaron tres riegos por día: el primero fue de 10 minutos, excepto para los tratamientos 1, 3, 6 y 17 que fue de 20 minutos, el segundo riego también de 10 minutos, excepto para T1, T3, T6 y T17 que fue de 15 minutos, y el tercer riego se efectuó con 10 minutos para todos los tratamientos.

Esta frecuencia de riego, se fue ajustando diariamente en función de lluvias ocurridas y la humedad del sustrato. En ésta etapa se utilizó la misma solución nutritiva formulada con Hakaphos rojo.

A partir del 26 de diciembre, todos los tratamientos se regaron sólo con agua de pozo tres veces por día, con el fin de eliminar las sales acumuladas ya que las plantas mostraban severos daños. Este manejo se extendió hasta el fin de la campaña, no volviéndose a agregar fertilizante. Así, las plantas comenzaron a recomponerse, y poco a poco dejaron de evidenciar síntomas de quemado por sales. Como la conductividad eléctrica del agua de pozo y la del percolado se mantuvieron altas, se decidió no volver a agregar fertilizante al agua de riego.

Resultados

Supervivencia de plantas y número de coronas generadas

Al analizar la supervivencia de las plantas entre los distintos tratamientos, se encontraron diferencias considerables (Tabla 25).

Los tratamientos 2, 4, 11, 12 y 13, no permitieron el desarrollo de las plantas en las condiciones en las que se llevó a cabo el ensayo y fueron los que presentaron más alta mortandad de plantas, habiendo transcurrido sólo 3 meses aproximadamente desde la plantación.

Los tratamientos 4, 11, 12 y 13, estaban compuestos por diferentes proporciones de turba y aserrín, y además cabe destacar que, excepto en el tratamiento 4, el volumen de sustrato disponible por planta fue inferior respecto de otros tratamientos (1,3 litros/planta versus 3 litros/planta), pudiendo ser ello una limitante, sumado a la combinación de dichos componentes en la mezcla de sustrato. Estos resultados se corresponden con lo encontrado en otros ensayos donde se utiliza aserrín de alta granulometría y con presencia de taninos, ligninas y otros materiales que pueden ser perjudiciales para las plantas.

La alta mortandad de plantas encontrada en el tratamiento 2, compuesto únicamente por fibra de coco, hizo que se descartará. En la primavera del 2019 se replantó, evaluando el mismo componente (fibra de coco). Probablemente, las plantas en este tipo de sustrato hayan sufrido mucho más las consecuencias de un agua de riego de mala calidad y que obligó a suspender la aplicación de fertilizantes. Se observó que el tiempo de percolado era mucho menor,

comparado al de los otros sustratos evaluados, con lo que se esperaría un mayor lavado de sales (al recibir riegos de igual duración) y esto puede observarse en la conductividad eléctrica, que si bien, como en todos los casos, permaneció alta, no llegaba a los límites de otros sustratos.

El lomo 4 también fue plantado nuevamente en la primavera del 2019, pero se reemplazó el tratamiento por sacos de cultivo “HydroP”, evaluando en éste caso una densidad de 10 plantas/saco (11,11 plantas/m lineal).

Los lomos 11, 12 y 13 no se volvieron a plantar.

La mayoría de los tratamientos presentaron un alto porcentaje de supervivencia de plantas al inicio de la cosecha, presentando sólo un 2-3 % de fallas. En los tratamientos 2 (Fibra de coco 100%) y 5 (Aserrín 45% + Bagazo 40% + Humus 15%), dicho porcentaje ascendió a 10-12 %.

Se encontró una correlación entre el número de coronas y el rendimiento (Tabla 25 y 26), observándose un mayor peso y número de frutos por planta en aquellos tratamientos que presentaron mayor número de coronas. Por lo tanto, la determinación del rendimiento potencial, medida a través del número de coronas generadas, fue un indicador apropiado para predecir el rendimiento obtenido.

Tabla 25. Supervivencia de plantas y coronas generadas desde la plantación hasta el inicio de la cosecha

Lomo	Tratamiento	N° plantas al inicio de la plantación	N° plantas al inicio de cosecha	Supervivencia de plantas	N° coronas al inicio de cosecha	N° de coronas/planta
1	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 8 plantas/saco)	176	172	97%	415	2,41
2	Fibra de coco 100%	160	141	88%	218	1,55
3	Turba 100%	160	160	100%	360	2,25
4	Turba 40% + Aserrín 50% + Vermiculita 10%		-		-	-
5	Aserrín 45% + Bagazo 40% + Humus 15%	160	144	90%	252	1,75
6	Turba 85% + Humus 15%	160	160	100%	386	2,41
7	Turba 100% + Yeso (2 kg/lomo)	160	160	100%	404	2,53
8	Turba 45% + Aserrín 40% + Humus 15%	161	161	100%	254	1,58
9	Turba 75% + Humus 15% + Vermiculita 10%	160	155	96%	365	2,35
10	Turba 100%	160	159	99%	314	1,97
11	Turba 50% + Aserrín 50%		-		-	-
12	Turba 70% + Aserrín 30%		-		-	-
13	Turba 70% + Aserrín 30%		-		-	-
14	Turba 90% + Humus 10%	160	159	99%	351	2,21
15	Turba 100%	161	161	100%	323	2,01
16	Turba 100%	160	159	99%	285	1,79
17. A	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 5 plantas/saco)	35	35	100%	96	2,74
17.B	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 6 plantas/saco)	54	53	98%	137	2,58
17.C	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 7 plantas/saco)	49	49	100%	109	2,22

Del análisis de la Tabla 26, surge que hay una estrecha relación entre el volumen de sustrato disponible por planta, la composición de la mezcla de sustrato y el rendimiento obtenido.

Al analizar los tratamientos cuya composición fue mayoritariamente **turba** (T3: turba 100%, 3 lts/pl; T10: turba 100 %, 1,3 lts/pl; T15: turba 100 %, 1,3 lts/pl; T16: turba 100 %, 1,3 lts/pl, y T7: turba 100% + yeso, 3 lts/pl), se observó que a medida que avanzaba el ciclo de cosecha, las plantas comenzaron a presentar clorosis, situación que se intensificó en los tratamientos con menor volumen de sustrato disponible por planta (1,3 litros/planta). Probablemente las características del material y el reducido espacio provocaron stress físico y nutricional que resultó en una rápida mortandad de plantas. Los tratamientos 15 y 16 pudieron cosecharse solamente en una sola oportunidad, el 11/11/19. En el tratamiento 10 se registraron más cosechas, pero con muy bajos rendimientos.

Aquellos tratamientos (T3 y T7), que también estaban compuestos por turba, con igual o similar composición, pero con mayor volumen disponible (3 litros/planta) presentaron mayores rendimientos dentro de éste grupo, no habiendo diferencias entre ambos.

Cuando se adicionó humus a las mezclas de turba (T6: turba 85% + humus 15%, 3 l/pl y T14: turba 90% + Humus 10%, 1,3 l/pl) la situación no cambió considerablemente. Se registró un bajo rendimiento para la especie, incluso cuando el volumen disponible se incrementó.

La adición de materiales como el humus en las mezclas de sustratos merece especial atención. Si bien suelen contener materiales orgánicos que favorecen el desarrollo de las plantas, tales como ácidos húmicos, fúlvicos, fitohormonas, y microorganismos benéficos, también contienen sales minerales que producen un incremento considerable del pH y la CE y por lo tanto limitan la disponibilidad de nutrientes esenciales. Por ello, para obtener una adecuada composición de la mezcla es necesario realizar previo a su uso análisis que permitan seleccionar la mejor combinación.

Por lo tanto, el volumen de sustrato de 1,3 litros/planta parecería ser limitante para el desarrollo del cultivo de frutilla en sustrato, situación que se agrava cuando la elección de los componentes de la mezcla de sustrato no es la adecuada.

El agregado de vermiculita a la mezcla de turba y humus (T9) tampoco evidenció mejoras, incluso presentó inferior rendimiento respecto al mismo tratamiento sin vermiculita (T6).

Los tratamientos en mezcla con aserrín, no mostraron diferencias en rendimiento entre sí (T5: Aserrín + Bagazo + Humus y T8: Aserrín + Turba + Humus).

En los tratamientos llevados a cabo en los sacos de cultivo HydroP-Terrafertil, el estado general de las plantas fue superior en todas las densidades de plantación evaluadas, no presentando síntomas de stress durante el ciclo de crecimiento y logrando cosechas hasta fin de ciclo. Respecto a la evaluación de diferentes densidades de plantación, se encontró que al aumentar la densidad disminuyó el rendimiento por planta (5 plantas/saco: 510 gr/pl; 6 pl/saco: 350 gr/pl; 7 pl/saco: 300 grs/pl, 8 pl/saco: 310 grs/pl). Los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se utilizaron las densidades de plantación más bajas en la plantación de otoño, siendo de 5 plantas/saco (5,55 plantas/m²).

Al analizar los tratamientos plantados en primavera (T2 bis y T4bis), se encontraron menores rendimientos, al menos hasta el momento. Cabe considerar que en el sustrato HydroP-Terrafertil (tratamiento 4 bis), la densidad de plantación se incrementó en éste caso a 10 plantas/saco, pudiendo ser ello la causa de dicho resultado.

El tratamiento compuesto por fibra de coco (100%), tanto en la plantación de otoño como de primavera, no mostró buen comportamiento. Ello puede deberse a que durante el desarrollo del cultivo se suscitaron inconvenientes como repentina falta de agua, desbalances en la solución nutritiva, bruscos cambios de temperatura, que pueden haber afectado el estado de la planta, debido a la incapacidad del sustrato de amortiguar o compensar dichos desequilibrios. Sería necesario evaluar nuevamente dicho tratamiento en adecuadas condiciones de manejo.

Se destaca un comportamiento diferencial en los sustratos en cuanto a la retención hídrica de las diferentes mezclas. En términos generales, se observó que la fibra de coco presentó menor retención, la turba mayor retención y las mezclas comerciales (HydroP-Terrafertil) una situación intermedia. Esta situación puede relacionarse con las características propias del material y con el tamaño y desarrollo de las plantas.

Tabla 26. Rendimiento total y por planta en los tratamientos evaluados

Lomo	Tratamiento	Rendimiento total (kg)	Rendimiento por planta (kg/planta)
1	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 8 plantas/saco)	53,19	0,31
2	Fibra de coco 100 %	-	-
2 bis	Fibra de coco 100 %	9,56	0,07
3	Turba 100 %	49,96	0,31
4	Turba 40% + Aserrín 50% + Vermiculita 10%	-	-
4 bis	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 10 plantas/saco)	8,33	0,06
5	Aserrín 45% + Bagazo 40% + Humus 15%	32,24	0,22
6	Turba 85% + Humus 15%	51,81	0,32
7	Turba 100% + Yeso (2 kg/lomo)	49,21	0,31
8	Turba 45% + Aserrín 40% + Humus 15%	35,43	0,22
9	Turba 75% + Humus 15% + Vermiculita 10%	41,78	0,27
10	Turba ...	10,59	0,07
11	Turba 50% + Aserrín 50%	-	-
12	Turba 70% + Aserrín 30%	-	-
13	Turba 70% + Aserrín 30%	-	-
14	Turba 90% + Humus 10%	6,78	0,04
15	Turba 100 %	3,52	0,01
16	Turba 100 %	-	-
17. A	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 5 plantas/saco)	17,78	0,51
17.B	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 6 plantas/saco)	18,94	0,35
17.C	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 7 plantas/saco)	14,88	0,30
	Total general	403,96	3,36

Respecto al **tamaño de la fruta y peso de fruta de primera y segunda** (Tabla 27 y Tabla 28), se encontró en general que el tamaño registrado es inferior al observado en fruta cultivada a campo para la misma variedad. La forma, también fue diferente, tomando un aspecto más alargado. Cabe destacar, como ya se mencionó anteriormente que diferentes factores pueden haber influenciado en dichos valores, fundamentalmente la calidad del agua de riego.

Al analizar los tratamientos en su conjunto, se observa que el 55% de la fruta arrojó calibres de segunda, con un peso promedio de 9 gr, en tanto que el 45% fue de primera con un peso promedio de 16 gr.

Los mayores tamaños de fruta de primera se obtuvieron al utilizar el sustrato “HidroP” en la plantación de otoño, seguido de los tratamientos de turba.

En cuanto a la fruta de segunda, no se registraron diferencias entre tratamientos (9 gr/fruta promedio), salvo para el tratamiento de “HydroP” con 7 pl/m (T 17.C), que arrojó un promedio de 12 gr/fruta.

Tabla 27. Tamaño de fruta de primera y segunda (%)

Lomo	Tratamiento	Tamaño de fruta 1°	Tamaño de fruta 2°
1	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 8 plantas/saco)	49%	51%
2	Fibra de coco 100 %	-	-
2 bis	Fibra de coco 100 %	58%	42%
3	Turba 100 %	46%	54%
4	Turba 40% + Aserrín 50% + Vermiculita 10%	-	-
4 bis	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 10 plantas/saco)	59%	41%
5	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (turba + perlita + corteza de pino)	39%	61%
6	Aserrín 45% + Bagazo 40% + Humus 15%	43%	57%
7	Turba 85% + Humus 15%	49%	51%
8	Turba 100% + Yeso (2 kg/lomo)	51%	49%
9	Turba 45% + Aserrín 40% + Humus 15%	43%	57%
10	Turba 100 %	38%	62%
11	Turba 50% + Aserrín 50%	-	-
12	Turba 70% + Aserrín 30%	-	-
13	Turba 70% + Aserrín 30%	-	-
14	Turba 90% + Humus 10%	45%	55%
15	Turba 100 %	61%	39%
16	Turba 100 %		
17.A	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 5 plantas/saco)	45%	55%
17.B	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 6 plantas/saco)	38%	62%
17.C	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 7 plantas/saco)	40%	60%
Total general		45%	55%

Tabla 28. Peso (gr) de fruta de primera y de segunda

Lomo	Tratamiento	Peso de fruta de 1° (gr)	Peso de fruta de 2° (gr)
1	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 8 plantas/saco)	17	9
2	Fibra de coco 100 %	-	-
2 bis	Fibra de coco 100 %	17	10
3	Turba 100 %	16	9
4	Turba 40% + Aserrín 50% + Vermiculita 10%	-	-
4 bis	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 10 plantas/saco)	17	10
5	Aserrín 45% + Bagazo 40% + Humus 15%	14	9
6	Turba 85% + Humus 15%	16	9
7	Turba 100% + Yeso (2 kg/lomo)	17	9
8	Turba 45% + Aserrín 40% + Humus 15%	17	9
9	Turba 75% + Humus 15% + Vermiculita 10%	15	9
10	Turba 100 %	16	9
11	Turba 50% + Aserrín 50%	-	-
12	Turba 70% + Aserrín 30%	-	-
13	Turba 70% + Aserrín 30%	-	-
14	Turba 90% + Humus 10%	16	9
15	Turba 100 %	-	-
16	Turba 100 %	-	-
17.A	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 5 plantas/saco)	16	9
17.B	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 6 plantas/saco)	15	9
17.C	Saco de cultivo "HydroP" Terrafertil (Densidad: 7 plantas/saco)	16	12
Total general		16	9

El **estado sanitario** del cultivo del cultivo fue en general bueno. Sin embargo, se registró la presencia de Botrytis y pulgones en el mes de noviembre e isocas en el mes de diciembre. La intensidad no fue grave, pudiéndose controlar con una pulverización específica. Se observó menor incidencia de plagas y enfermedades respecto al cultivo de campo y por lo tanto se redujo la aplicación de agroquímicos. Cabe aclarar que si bien la incidencia de plagas y enfermedades fue menor, hubiese sido apropiado realizar algunas aplicaciones más, principalmente para el control de enfermedades. Sin embargo, se decidió no invertir en fitosanitarios dado el estado general de las plantas, sufridas por haber sido regadas con agua de pobre calidad y haber dejado de recibir fertilización.

A finales de marzo 2020, apareció Antracnosis. Se decidió no aplicar fungicida y se dejaron de cosechar las plantas. Esto se debió a que en ese momento se decretó la cuarentena por Covid19, lo cual trajo aparejado una caída abrupta en la venta de fruta y debieron tomarse medidas para reducir costos.

Conclusiones

- ✓ El **volumen de sustrato** disponible por planta influyó en el desarrollo de las plantas. En sustratos compuestos mayoritariamente por turba, el volumen de 1,3 litros/planta no resultó adecuados para el crecimiento y rendimiento del cultivo.
- ✓ Las **características del agua utilizada para el fertiriego** del cultivo influyó negativamente en el cultivo. El elevado contenido de sales registrada limitó el agregado de fertilizantes y por lo tanto no permitió implementar un adecuado plan nutricional. Además, se observó acumulación de sales en el sustrato, lo cual produjo fitotoxicidad, especialmente en algunas combinaciones de sustratos. Por ello, para la próxima campaña se mejorará la calidad del agua de riego a través de la adquisición de un equipo de agua de osmosis. Se deberá evaluar la proporción a incluir y el adecuado manejo nutricional.
- ✓ Respecto a la evaluación de los **diferentes tipos y composiciones** de sustratos, se observó que aquellos que contenían materiales orgánicos tuvieron mejor respuesta ante bruscos cambios del ambiente y del manejo. La gran diversidad de tratamientos dificultó la implementación de un manejo nutricional específico para cada tratamiento y para cada etapa de desarrollo del cultivo. Sería interesante repetir el ensayo seleccionando materiales e implementando un adecuado manejo.

- ✓ Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el ensayo, los mayores **rendimientos** se obtuvieron cuando se utilizó el sistema de sacos de cultivo HydroP (Terrafertil) en plantación de otoño, obteniendo rendimientos comerciales aceptables para la zona en todas las densidades evaluadas. Los tratamientos compuestos por turba y con mayor volumen de sustrato disponible por planta fueron los que siguieron en la escala de rendimientos mayores.
- ✓ En la **plantación de primavera**, se registraron menores rendimientos por planta, pero de mayor tamaño, al menos en ésta primera etapa.
- ✓ En cuanto al **tamaño de fruta** se observó que en general fue inferior respecto a la producción de campo. Los calibres más grandes se dieron en la plantación de primavera.

Prospectivas para la zona. Comparación de rendimiento de la producción en suelo

- ✓ Por los parámetros productivos registrados en comparación con la producción a campo, la producción de frutilla sin suelo aún debe seguir siendo evaluada en la zona.
- ✓ Se deberá mejorar el porcentaje de la provisión de agua de calidad para riego mediante recolección de agua de lluvia o equipos de tratamientos de agua (ósmosis, etc.)
- ✓ Se deberán evaluar los diferentes momentos de plantación, variedades y tipo de plantín.
- ✓ Se deberán medir constantemente los parámetros agroclimáticos dentro de los invernáculos de producción hidropónica de frutilla para determinar las condiciones para el cultivo y la aparición de plagas, enfermedades y la modificación de los parámetros productivos en relación al clima.
- ✓ Se deberá seguir analizando otros soportes y sustratos, analizando factibilidad técnica-económica.
- ✓ Se deberá seguir ajustando el fertirriego.

PARCELA EXPERIMENTAL "LUJÁN"



PARCELA EXPERIMENTAL “LUJAN”

Ing. Agr. García Leonardo

Ing. Agr. M. Sc. Castañares José Luis

Ing. Agr. M. Sc. Puerta Analía

Ubicación: Campo experimental de Producción Vegetal III (Horticultura) - Centro de Investigación Docencia y Extensión en Producción Agropecuaria (CIDEPA). Universidad Nacional de Luján (UNLu). Ruta 5 y 7. Lujan. Provincia de Buenos Aires. (34°35′S 59° 03′ O; altitud de 31 msnm).

Responsables técnicos INTA-UNLu: Ing. Agr. García Leonardo, Ing. Agr. M. Sc. Castañares José Luis, Ing. Agr. M. Sc. Puerta Analía.

Equipo de trabajo:

1- Docentes de las siguientes asignaturas, correspondientes a la carrera de Ingeniería agronómica (UNLu):

Producción Vegetal III (Horticultura): Daniela Gómez, Francisco Oyanto, Mariana Garbi, Leonardo García, Miguel Ángel Sangiacomo, Analía Puerta.

Fisiología Vegetal: Ezequiel Larraburu y José Luis Castañares

Protección vegetal: Pilar Sobero y Rojo y Anyelen Eggs

Fitopatología: Cecilia Litardo, Marina Yabar, Esteban Terrizano.

Zoología Agrícola: María Riquelme Virgala, Antonela Dettler, Agustina Ansa, Emilia Martínez

2- CIDEPA: Marcos Reche, Gustavo Leiva, Ezequiel Banchemo, Gonzalo Scarnatto, Daniel Peña, Emiliano Romito, Santiago Zarate.

3- INTA: Instituto de Floricultura-Centro de Recursos Naturales: Esteban Rubio, Mónica Karlanian, Rubén Pitarch, Analía Puerta. AER Zarate-EEA San Pedro: Leonardo García, AER Lujan-EEA AMBA: José Luis Castañares, Victoria Florez

Caracterización general de la zona productiva hortofrutícola

Esta región se encuentra dentro de los cinco cinturones verdes más importantes del país (Buenos Aires, Rosario, Mar del Plata, La Plata y Santa Fe) que constituyen por sí mismos importantes mercados y en conjunto representan la mayor concentración de la demanda en el mercado interno.

El cinturón hortícola del AMBA, están presentes diversos centros de producción de producción hortícola, como se detalla a continuación:

- Norte de Buenos Aires: se ubica en la costa del Paraná (San Nicolás, Ramallo, San Pedro y Baradero), dedicándose tradicionalmente a la producción de arveja y lenteja para industria y para exportación. En la zona de San Pedro y alrededores se realiza el cultivo de batata tanto para mercado fresco como para industria (elaboración de dulce de batata).
- Cinturón hortícola del Gran Buenos Aires: se extiende desde Campana a La Plata, comprendiendo 15 partidos: La Plata, Florencio Varela, Berazategui, Almirante Brown, Esteban Echeverría, La Matanza, Merlo, Moreno, Cañuelas, General Rodríguez, Luján, Marcos Paz, Pilar y Escobar. Abarcando unas 16.000 ha dedicadas a la horticultura, con unas 1550 explotaciones hortícolas; estimándose al 2012 unas 3.100 ha de cultivos bajo invernaderos, ubicándose el 89 % en la zona sur (La Plata, Florencio Varela, Berazategui).

La provincia de Buenos Aires en general posee un clima templado (15 a 25 °C) y 220 días libres de heladas. La precipitación anual es de 900 a 1000 mm, sin estación seca. El riego complementario es necesario y de uso corriente para cubrir los déficits circunstanciales, el cual utiliza como fuente las napas freáticas. El agua es apta para riego, aunque deben considerarse los contenidos de sales y sodio presentes.

Los suelos, en general, son de textura fina, con alto porcentaje de arcilla y limo, lo que representa una de las principales dificultades para la producción, desde el punto de vista edáfico. Además, el uso de herramientas agresivas trae dificultades en la circulación de agua y aire.

La zona abastece de productos frescos a unas 12.000.000 de personas del área metropolitana de Buenos Aires, a través de la venta a diversos mercados mayoristas y venta directa a supermercados y comercios minoristas. El principal mercado de concentración de la producción es el Mercado Central de Buenos Aires. Los otros mercados que realizan

transacciones hortícolas son La Plata, Berazategui, Avellaneda, Beccar, Tres de Febrero, Quilmes y San Martín.

Los establecimientos son heterogéneos en sus características, predominando pequeñas y medianas empresas, de tipo familiar. En invernadero se cultivan fundamentalmente: tomate, apio, lechuga, pimiento y espinaca. Al aire libre la producción es diversa, destacándose: lechuga, acelga, tomate, frutilla, apio, zapallito de tronco, alcaucil, espinaca, repollo, remolacha, entre otros cultivos.

Caracterización del cultivo de frutilla en la zona

El cultivo de frutilla en la región del AMBA ocupa aproximadamente 400 ha, siendo la provincia de Buenos Aires, la principal provincia frutillera del país. Se destaca el crecimiento en los últimos años de la zona norte del AMBA, que ocupa actualmente 240 ha de frutilla (Zarate, Pilar, Exaltación de la Cruz). La zona sur del AMBA (La Plata, Florencio Varela y Berazategui) alcanzan las 160 ha, con aproximadamente el 90 % en el partido de Florencio Varela.

El cultivo de frutilla se realiza principalmente a campo. La plantación se realiza sobre lomos que se cubren con polietileno negro o mulching. Sobre ellos se plantan dos hileras de plantas, distanciadas entre sí a 25-30 cm. La distancia entre filas de plantación es de 1 a 1,2 m entre centro y centro. Siendo la densidad promedio de 50.000 plantas/ha.

La época de plantación es hacia fines del verano (febrero-marzo) o principio del otoño (abril-mayo). Se utilizan plantines frigo o fresco dependiendo de la época de plantación.

La cosecha se concentra fundamentalmente en primavera (fruta de estación) y se extiende hasta marzo-abril.

La producción del AMBA abastece al mercado de Buenos Aires, a partir de la primavera, desplazando la producción de Santa Fe, Tucumán y Corrientes, que concentran su oferta durante los meses invernales.

La región del AMBA no presenta las condiciones de suelo y calidad de agua más propicias para el cultivo de frutilla. Sin embargo, el cultivo se ha expandido notablemente debido fundamentalmente a la tecnología de producción y a la gran ventaja de encontrarse próxima

al mayor mercado consumidor del país. De ésta forma, se reducen los costos logísticos y haciendo muy competitiva la producción.

Durante el 2019, la variedad predominante fue Fortuna, que se destacó por su precocidad y tamaño de fruta. Le siguen San Andreas, Aromas y Albion.

Descripción general del ensayo

El ensayo se llevó a cabo bajo invernadero de tipo parabólico de 6 metros de ancho, 20 metros de largo y una altura de 3 m en los laterales y aproximadamente 4,5 m en la parte central (Figura 52).



Figura 52. Vista general parcela experimental “Lujan”

Los sacos de cultivo se ubicaron sobre una estructura sobre elevada a 0.8 metros sobre el nivel del suelo. La misma se construyó con varillas de madera de 2 pulgadas, que fueron pintadas con aceite usado para protegerlas de la humedad y aumentar su durabilidad.

Se realizaron soportes en forma de “U” invertida, (de 20 cm en la parte superior de la U) que se colocaron cada 1,6 metros. La base se enterró 50 cm. Sobre dicha estructura, se colocaron longitudinalmente dos varillas, separadas entre sí a 15 cm aproximadamente, de modo de poder sostener los sacos. La distancia entre filas fue de 1 metro.

Se instaló un sistema de recolección para el drenado de los lixiviados.

El piso del invernáculo se cubrió con una malla geotextil o “cubre suelo”. La misma consiste en una tela porosa que se coloca sobre el suelo con el fin de evitar la presencia de malezas y facilitar las tareas de mantenimiento del lugar. Se utilizó una malla de color negro que se colocó en forma transversal y se sujetó con horquillas de alambre para evitar su movimiento. El uso de ésta malla evitó considerablemente el desmalezado, restringiéndose ésta tarea sólo a los bordes del invernáculo.

Previamente a la colocación de la malla, el piso se niveló o emparejó para evitar acumulación de agua en las depresiones. De lo contrario se incrementaría la humedad, y se favorecería el desarrollo de enfermedades y plagas. Además, se evitó la formación de verdín en superficie, y con ello el riesgo de caídas para quien transite el lugar. Se sujetaron firmemente las uniones de la malla para evitar daños en la misma y la consiguiente aparición de malezas (Figura 53).



Figura 53. Construcción de la estructura de sostén de los sacos de cultivo y colocación de la malla “cubre suelo”

En el mes de noviembre de 2019, se colocó una malla media sombra de color blanca sobre el techo del invernáculo. La misma fue provista por la empresa Kopruch (Figura 54). La misma permitió reducir considerablemente la temperatura. Si bien la temperatura dentro del invernáculo promedio los 32 °C durante los meses de diciembre, enero y febrero, las plantas sobrevivieron el periodo estival bajo cubierta. Hecho que se temía por las elevadas temperaturas estivales y la alta sensibilidad del cultivo de frutilla a ello.



Figura 54. Colocación de malla media sombra color blanco

Plantación

Se utilizó la variedad “San Andreas”, con plantines “frigo”. La fecha de plantación fue el 22 de agosto, es decir a la salida del invierno. El objetivo de ello fue evaluar el comportamiento de las plantas bajo el sistema de cultivo en sustrato, contraponiéndose a la época habitual para la zona, con plantaciones en suelo, a la salida del verano. De ésta forma, se evitó mantener el cultivo desde febrero-marzo, hasta las primeras cosechas de primavera y por otro lado se planteó el objetivo de obtener producción de “tardicia”, es decir producción de otoño, época donde disminuye la oferta del cultivo en los sistemas convencionales en suelo.

Considerando el gran desarrollo radicular de los plantines y el reducido espacio de manipulación en el orificio de plantación de los sacos (Figura 55), se evaluó el porcentaje de implantación logrado cuando se realizó la práctica de recorte previo de raíces o sin ello. Se realizó desinfección de la herramienta cortante con una solución acuosa de alcohol (70% p/p) entre planta y planta. La plantación resultó exitosa en ambas situaciones, no encontrándose diferencias entre ambas prácticas.



Figura 55. Plantación con y sin recorte de raíces. Parcela experimental “Luján”.

Tratamientos

En ésta parcela experimental se evaluaron las siguientes densidades de plantación:

- **6,67 plantas/ metro lineal**
- **8,89 plantas/metro lineal**
- **11,11 plantas/metro lineal**

Distribución de las plantas

Las plantas se colocaron en doble hilera a tresbolillo, a 30 cm entre plantas.
La distancia entre filas fue de 1 metro.

Diseño experimental y Análisis estadístico

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados, con 5 repeticiones (Figura 56).
Para el análisis estadístico, los datos se sometieron a un análisis de varianza, utilizando el programa Infostat profesional (versión 2008). Cuando existieron diferencias entre las medias, las mismas se compararon utilizando el test de Tuckey ($p \leq 0,05 \%$).

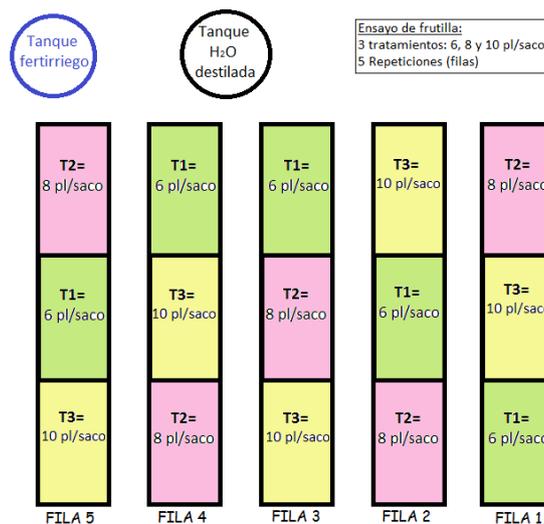


Figura 56. Diseño experimental. Parcela experimental "Luján"

Determinaciones realizadas

Se realizaron 41 cosechas entre el 19 de octubre del 2019 y el 23 de abril del 2020.

Se determinaron los parámetros de rendimiento:

- **Peso y Número de fruta comercial:** se refiere al peso fresco y número de fruta sin daños visibles y de peso mayor a 10 gr.

- **Peso y Número de fruta de descarte:** se refiere al peso fresco y número de toda fruta que presente algún síntoma que comprometa su calidad comercial, como marchitamiento, pudrición, deformidad y/o tamaño menor a 10 gramos.

Aprovisionamiento de agua y nutrientes

Se realizó a través de un sistema de fertiriego colocando cintas de goteo dentro de los sacos.

Previo a la formulación de la solución nutritiva se realizó un análisis físico-químico del agua de riego, para luego definir dosis y fertilizantes a utilizar.

A continuación, se presentan los resultados y el manejo implementado, según la etapa de cultivo;

Como primer paso, se realizó un análisis del agua de la perforación a fin de conocer su aptitud y el posible aporte de nutrientes.

Los resultados, junto a los valores de referencia para su interpretación (Ayers y Westcot, 1987), se muestran en la Tabla 29:

Tabla 29. Características físico-químicas del agua de riego utilizada en la parcela experimental “Luján”.

 	INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA		REG 07
	CENTRO DE INVESTIGACIONES EN RECURSOS NATURALES (CIRN)		PASA
	INSTITUTO DE FLORICULTURA (IF)		Version: 1
	Grupo de Análisis de Sustratos y Calidad de Aguas de Riego (ASA)		Fecha: 1
Informe de Análisis de calidad de AGUAS de RIEGO			Página 1

Fecha análisis:	26/02/2019	Forma de Entrega:	e-mail
Nombre:	Analia Puerta - UNLu	Entregó:	Karlanian, Monica
Análisis de:	Agua de pozo	Código de muestra:	190206 - 1

Nombre de la muestra:	UNLu		
pH	7,04		
Conductividad Eléctr.	dS.m ⁻¹	0,91	
Nitratos	ppm o mg.l ⁻¹	114,5	
Calcio	ppm o mg.l ⁻¹	4,4	
Magnesio	ppm o mg.l ⁻¹	6,3	
Potasio	ppm o mg.l ⁻¹	8,7	
Sodio	ppm o mg.l ⁻¹	184,8	
Carbonatos	ppm o mg.l ⁻¹	0,0	
Bicarbonatos	ppm o mg.l ⁻¹	616	
Cloruros	ppm o mg.l ⁻¹	13,8	
SAR*		13,2	

	Valores de referencia		
	Bajo	Medio	Alto
PH		5.5 - 7.0	
Conductividad Elect. (dS.m ⁻¹)	< 0,25	0,25 mS - 0,75 mS	> 0,75 mS
Nitratos (ppm)	<10	10 - 75	>75
Calcio (ppm)	<25	25 - 75	>75
Magnesio (ppm)	<10	10 - 30	>30
Potasio (ppm)			>100
Sodio (ppm)	< 70	70 - 140	> 140
Bicarbonatos(ppm)	<100	100 - 360	> 360
Cloruros (ppm)	<70	70 - 140	>140
Indice SAR	0 - 10	10 - 18	18 - 30
Alcalinidad	<40	40 - 160	>400

Observaciones: Ver valores de referencia en cuadro derecho.		
Instituto de Floricultura INTA - Tel. 00-54-11- 4621-1684 - De los Reseros y N. Repetto. s/nº - Hurlingham (1686) - Pcia. Bs. As. karlanian.monica@inta.gob.ar		
Nota: El propietario de las muestras acepta los métodos de ensayo del Laboratorio de Análisis de Sustratos y Aguas del Instituto de Floricultura. Los resultados de análisis se remiten a las muestras recibidas. Los procedimientos de análisis de Ph y CE se encuentran en proceso de implementación para la certificación de las normas ISO 9001:2000. *RAS: Relación de Absorción de Sodio.		
Elaboró Referente Técnico	Revisó Referente Técnico	Aprobó Referente de Calidad

Los valores de los parámetros analizados se corresponden con los habituales para la zona. Puede verse que las principales limitaciones corresponden a la elevada CE y los altos niveles de bicarbonatos (HCO_3^-) y a la presencia de sodio (Na^+).

Para evitar la alcalinización y precipitación de nutrientes con el bicarbonato, fue necesaria su reducción, lo que se consiguió con el agregado de ácidos. Al no ser posible eliminar el Na^+ , se redujo. Esto se logró con diluciones con agua de buena calidad (agua de lluvia, destilada, de ósmosis inversa). De lo contrario, se vería perjudicado el normal funcionamiento del sistema, con riesgo de salinización del sustrato, siendo necesario el aumento de láminas de lavado del mismo. Por ello, se decidió mezclar el agua de perforación con agua destilada (50 %), a fin de mejorar su aptitud.

Manejo de la fertilización

La fertilización se realizó a través del sistema de riego (fertirrigación).

Para el manejo del plan nutricional, además de los requerimientos del cultivo, se tuvieron en cuenta los valores de pH y CE medidos en el lixiviado. Para ello se siguió la metodología de PourThru modificada (Cavins *et al.*, 2000).

Semanalmente se realizó un seguimiento y control del fertiriego a través de la medición del pH y CE en el drenado (método PourThru), y se realizaron las correcciones necesarias. En el Anexo 1 se describe dicha metodología.

Se utilizaron los siguientes fertilizantes para fertiriego, de la marca Hakaphos® (Compo Expert);

Al inicio del cultivo se fertilizó con Hakaphos violeta, durante los meses de crecimiento se utilizó Hakaphos rojo y al comienzo de la fructificación Hakaphos naranja. La dosis utilizada fue de 0.2 a 0.5 gr/l. Se destaca que dicha dosis se encuentra en el límite inferior del rango recomendado por en el marbete comercial (0,2-2 gr/l), debido a que la salinidad del agua de riego utilizada era elevada y no permitía agregar mayor cantidad de fertilizante.

En todas las etapas de crecimiento, también se añadió nitrato de calcio (0,1 a 0,4 gr L⁻¹) y Fertilom Combi (30 mg L⁻¹) como fuente de micro nutrientes.

Previo a la disolución del fertilizante en el agua, se corrigió el pH con H₃PO₄ (85 %) para llevarlo a 5,5. Se utilizó en promedio 320 ml H₃PO₄ cada 1000 L de agua.

La preparación de la solución nutritiva se realizó en dos tanques de 500 litros conectados entre ellos.

Todos los fertilizantes mencionados se diluyeron previamente en una cantidad de agua para facilitar su disolución previa a la incorporación en el tanque. No se utilizó una solución concentrada por cuestiones operativas.

El riego se automatizó a los efectos de simplificar el manejo y garantizar el mismo todos los días. Para ello se colocó un “timmer” o controlador que permitió programar los turnos de riego. Desde la plantación, realizada en agosto, hasta diciembre se realizaron dos turnos de riego, 9:30 y 17:30 h, con una duración de 1 minuto. El aumento del tamaño de las plantas y el incremento de la temperatura determinaron una mayor demanda hídrica, con lo cual se incrementó el tiempo de riego. En los meses de verano fue necesario, desde diciembre a marzo, se realizaron 6 riegos diarios con una duración de 5 minutos.

Resultados

Rendimiento

En la Tabla 30, se presenta el peso y número de fruta comercial y de descarte expresados en gr/planta; kg/m²; Kg/m lineal.

Tabla 30. Peso y número de fruta comercial y de descarte

Tratamiento	Peso fruta comercial				Peso fruta descarte			
	gr/planta		kg/m ²	Kg/m lineal	gr/planta		kg/m ²	Kg/m lineal
6,67 plantas/ m lineal	232,2	a	1,55	1,55	57,2	a	0,38	0,38
8,89 plantas/m lineal	188,26	ab	1,67	1,67	50,4	ab	0,45	0,45
11,11 plantas/m lineal	165,08	b	1,83	1,83	47,1	b	0,52	0,52

Tratamiento	N° fruta comercial				N° fruta descarte			
	N° fruta/planta		N° fruta/m ²	N° fruta/m lineal	N° fruta/planta		N° fruta/m ²	N° fruta/m lineal
6,67 plantas/ m lineal	15,02	a	100,18	100,18	9,58	a	63,90	63,90
8,89 plantas/m lineal	12,34	ab	109,70	109,70	8,62	a	76,63	76,63
11,11 plantas/m lineal	11,50	b	127,77	127,77	8,74	a	97,10	97,10

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según el test de Tuckey (0,5 %).

Al analizar el peso y el número de fruta comercial y el número de fruta de descarte (Tabla 30), se observan diferencias significativas entre las distintas densidades de plantación evaluadas. La densidad de 6, 67 plantas/m lineal es la que presento el mayor peso y numero de fruta, permitiendo incrementar el peso por planta en 67 gr y obteniéndose 4 frutos más por planta, respecto a la densidad de 11,11 plantas/m lineal. La densidad de plantación de 8,89 plantas/m lineal no presento diferencias significativas con la densidad de 6,66 ni con la de 8,89 plantas/ m lineal.

En el número de frutas de descarte no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes densidades de plantación.

Para poder determinar la densidad de plantación adecuada se debería continuar con el registro de datos. Se debe considerar que la cosecha se inició en la primavera y durante el verano, cuando el ajuste de este nuevo sistema de cultivo en sustrato está aún en proceso. La mayor limitante para el rendimiento y sanidad de la planta fue la calidad de agua disponible para la formulación nutritiva. Cuando los parámetros de la misma eran los adecuados la mejoría en el estado general de la planta fue notable, expresándose ello en el rendimiento.

En el Anexo 3, se dispone de información referida al seguimiento sanitario del cultivo para el periodo considerado. Se destaca la aparición de enemigos naturales en el cultivo. La ocurrencia de plagas fue muy baja y ello permitió reducir la aplicación de agroquímicos considerablemente respecto al manejo habitual para la zona en los cultivos convencionales.

Prospectiva para la zona

La producción de frutilla en sustrato resulta promisorio para la zona, ya que permitiría no sólo la producción tradicional de primavera-verano, sino que también extender la oferta durante el otoño. Es de destacar que la cosecha continua en los meses de marzo, abril y mayo debiendo analizar aún dichos valores. Se observa que continua la tendencia a obtener mayor producción con la densidad de plantación de 6,67 plantas/ m lineal.

Sería necesario otro año de cultivo, se considera que, ajustando especialmente el manejo de la solución nutritiva, se podrán aumentar los rendimientos de otoño. Resulta interesante, evaluar la posibilidad de obtener fruta en los meses de invierno y el volumen de la misma en un segundo o tercer año de producción bajo el mismo sistema.

Anexo 2

Metodología de medición de pH y CE en sustratos

PourThru modificado

Este método consiste en realizar un primer riego hasta llevar el sustrato a capacidad de contenedor. Esperar 30 minutos y después de ello volver a iniciar el riego por 30 segundos. En ese momento se colecta el lixiviado que se obtenga en los siguientes 30 minutos. Luego de ello, se registra el volumen colectado y se realiza la lectura de la conductividad eléctrica y el pH para compararlo con las tablas de referencia (Tabla 31. Cavins *et al.*, 2000).

Para el cultivo de frutilla, se recomienda no superar los $1,5 \text{ mS cm}^{-1}$ de CE y mantener el pH entre 5 – 6,5, ya que es un cultivo sensible a la salinidad.

Tabla 31. Interpretación de valores de CE (mS/cm) para varios métodos de muestreo e indicaciones nutricionales generales

Método					Interpretación general
1:5	1:2	EMS	Pour Thru	CE	
0 – 0,11	0 – 0,25	0 – 0,75	0 – 0,9	Muy bajo	Los niveles de nutrientes pueden no ser suficientes para sostener un rápido crecimiento.
0,12 – 0,35	0,26 – 0,75	0,76 – 1,9	1 – 2,5	Bajo	Adecuado para plántulas y plantas sensibles a sales.
0,36 – 0,65	0,76 – 1,25	2,00 – 3,4	2,6 – 4,5	Normal	Rango estándar para la mayoría de las plantas. Rango superior para plantas sensibles a sales.
0,66 – 0,89	1,26 – 1,75	3,5 – 4,9	4,6 – 6,5	Alto	Posible reducción del vigor, especialmente en climas cálidos.
0,9 – 1,1	1,76 – 2,25	5,0 – 5,9	6,6 – 7,7	Muy algo	Posible daño por sales debido a la reducción de la absorción de agua. Los síntomas incluyen quemaduras de bordes de hojas y marchitamiento.
>1,1	>2,25	>6,0	>7,8	Extremo	La mayoría de los cultivos tienen problema con este nivel de salinidad. Se requiere inmediata lixiviación de sales.

Anexo 3

Monitoreo de plagas animales

María Riquelme, Pilar Sobero y Rojo, Cecilia Litardo,

Anyelen Eggs, Marina Yabar, Esteban Terrizano

Objetivos

1-Relevar las especies fitófagas presentes en el cultivo de frutilla en sustrato.

2-Relevar enemigos naturales asociados a los fitófagos.

Metodología

Trampeo: período de muestreo: 12/9 al 21/11; se colocaron 6 trampas con cebo alimenticio (200 cc de vinagre de manzana al 50%) para la captura de moscas de la fruta y 6 trampas cromáticas amarillas para la captura de pulgones. Las trampas fueron renovadas cada 15 días.

Plantas: período de muestreo del 23/10 al 7/11; se observaron *in situ* las especies presentes en una planta por tratamiento. Los ejemplares encontrados fueron colectados para su cría y/o identificación.

Frutas: con el objetivo de estimar la incidencia de moscas de la fruta, durante la cosecha, tres frutos por tratamiento fueron pesados y medidos con calibre digital y luego se dispusieron en recipientes individualmente, bajo condiciones controladas.

Por fuera del muestreo se nos entregaron dos larvas eruciformes. Las mismas fueron llevadas al laboratorio de zoología agrícola y se dispusieron junto con hojas de frutillas para que continuaran su desarrollo.

Resultados

Trampeo: no se registraron capturas de moscas de la fruta durante el período monitoreado.



Plantas: la única especie fitófaga encontrada fue *Aphis gossypii* “pulgón del algodonero”. Es una especie que ya fue citada en el cultivo de frutilla (Dughetti *et al.*, 2017). La incidencia, evaluada *in situ*, osciló entre el 53 y el 80% de las plantas. Este áfido fue observado formando colonias en el envés de las hojas y en la base de las flores y frutos.

Solo una de las larvas continuó desarrollándose consumiendo hojas de frutilla. Corresponde a una especie de la familia Noctuidae. En este momento se encuentra en estado de pupa.



Frutas: se realizaron 3 muestreos, de 45 frutos cada uno. En ninguna fruta se observó emergencia de insectos. Estos resultados difieren de lo que se ha encontrado en cultivos a campo en la zona, en donde se ha detectado en frutas y trampas, la presencia de *Drosophila suzukii* (Riquelme Virgala *et al.*, 2016).

En los muestreos, no encontramos una de las principales plagas del cultivo, la arañuela roja, *Tetranychus urticae*. También podrían aparecer algunas especies de trips como *Frankliniella occidentalis*.



Enemigos naturales: fueron observados enemigos naturales en las plantas y en las trampas amarillas, principalmente de la familia Coccinellidae (*Adalia bipunctata*, *Cycloneda sanguines* y *Harmonia axydiris*), cuyas larvas y adultos se alimentan de pulgones.



Presencia de *Aphis gossypii* “Pulgón del algodonero” y sus mudas en un elevado número de plantas.



Harmonia axyridis “Vaquita”, enemigo natural de los pulgones.



Trampas para insectos colocadas en el invernáculo



Monitoreo de enfermedades

Se realizaron observaciones cada 15 días a partir del 2 de septiembre.

En la primera etapa se encontraron síntomas diversos de bordes necróticos, también en pecíolo, que correspondieron a deficiencias de nutrientes.

El 12 de septiembre nos alcanzaron al laboratorio de Fitopatología hojas con lesiones características, con centro pajiizo y borde negro o marrón oscuro que resultaron ser *Gnomonia comari* (anamorfo *Zythia fragariae*). Estas infecciones ingresaron en los plantines. Debido a las estructuras reproductivas, picnidios con conidios mucosos, que se dispersan por la lluvia o el riego, no había peligro de dispersión de la enfermedad en el invernáculo, más allá de las infecciones que habían venido latentes con los plantines.

El 21 de septiembre, con el cultivo en floración, se aplicó el fungicida Clorotalonil para prevenir *Botrytis cinerea* luego en frutos.

El 14 de octubre, se detectaron pimpollos muertos y se llevaron para diagnóstico. Se corroboró la presencia de *Botrytis cinerea*. El 28 de octubre se aplicó el fungicida Amistar, que tiene un tiempo de cobertura en el cultivo entre 15 y 20 días.

Luego de la aplicación, no hemos detectado otras patologías.

Si bien no cuantificamos las enfermedades que aparecieron, cabe destacar la menor presencia de las mismas, comparado con un cultivo tradicional en el suelo, y por supuesto la menor aplicación de fungicidas.



Manchas tipo cuña en los extremos que evidencian la presencia de *Zythia fragariae*



Síntomas de viruela en hojas y tallos



Frutos secos y duros

Es importante destacar que no se registró ninguna de los patógenos pertenecientes a al denominado “complejo de hongos de suelo” (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Botrytis*, *Fusarium*) que causan pudrición de raíces, ni hongos del género *Phytophthora* y especies de *Fusarium* y *Verticillium*, que causan necrosis de los vasos conductores.

8. CONCLUSIONES GENERALES

El objetivo general del trabajo está llevándose a cabo según el cronograma previsto.

Se han desarrollado **6 unidades demostrativas del sistema de cultivo de frutilla en sustrato** en las principales regiones productivas del país (Coronda-Santa Fe, Famailla-Tucumán, Luján-Buenos Aires, San Pedro-Buenos Aires, (2) Mar del Plata-Buenos Aires. En todas las experiencias se logró la implantación y cosecha del cultivo.

A continuación, se presentan las principales conclusiones basadas en los resultados encontrados en las diferentes experiencias desarrolladas en el país:

- Rendimiento y calidad

Los **rendimientos y calidad** de fruta, variaron según la zona productiva y el manejo implementado, siendo **aceptables comercialmente** en todas las regiones.

El **periodo de cosecha se extendió** en todas las regiones. Esta situación es muy ventajosa comercialmente porque permite mantener la oferta a lo largo del año y/o cubrir costos en determinados periodos donde habitualmente la producción era escasa o inexistente.

También se observó una notable homogeneidad de la producción, tanto en cada cosecha como a lo largo de las estaciones del año.

Al analizar los resultados referidos a las **diferentes densidades de plantación** evaluadas, podemos observar una tendencia hacia el aumento del rendimiento acumulado por planta cuando se disminuye la densidad y un aumento del rendimiento por superficie (m²) al aumentar la misma. Sin embargo, dicho análisis debe hacerse en cada situación particular. Ello se debe a que la disposición de las plantas puede diferir según el sistema implementado y por lo tanto variar el distanciamiento entre plantas, entre las filas de cultivo y por lo tanto el aprovechamiento del espacio. En general, la densidad de 10 plantas/saco, es demasiado elevada. En base a los resultados encontrados hasta el momento se podría inferir que una densidad de 6-7 plantas/saco mostraría ventajas y alcanzaría un equilibrio entre costos y calidad.

Es necesario realizar al menos un segundo año de cultivo, para poder corroborar las tendencias observadas y evaluar la factibilidad económica del sistema.

Adecuado estado general de las plantas

En las plantas se destaca el alto porcentaje de implantación del cultivo, no habiendo diferencias en el sistema de plantación utilizado en cuanto a tipo de herramientas y recorte o no de raíces. Se destaca el rápido crecimiento de la planta luego de la plantación.

Las raíces se desarrollaron adecuadamente, ya que el medio de crecimiento presentó características físicas apropiadas en cuanto a densidad, porosidad, textura. Se observó un mayor volumen radicular en comparación con la misma variedad en suelo. Ello representa una ventaja adicional en cuanto a la posibilidad de una mayor eficiencia en el aprovechamiento de agua y nutrientes. Es sabido que plantas bien nutridas pueden defenderse mejor de las agresiones externas, pudiendo estar ello relacionado con la mejor sanidad general observada en el cultivo.

Alta relación entre el tipo de sustrato y la capacidad de tolerancia frente a desequilibrios ambientales y de manejo

La composición del sustrato influye directamente en la respuesta de la planta para tolerar desequilibrios externos. Las mezclas de sustrato con componentes orgánicos tales como turba y corteza de pino, tal es el caso del sustrato HydroP, presentaron capacidad de amortiguación ante situaciones como la falta repentina de agua, temperaturas extremas, o excesos o déficits de agua y nutrientes. En general las mezclas de sustratos no llegan a tener la misma capacidad buffer que presenta el suelo, situación que se agrava cuando los sustratos están formulados únicamente a base de materiales inorgánicos u orgánicos de baja capacidad buffer. Se observó que en sustratos formulados únicamente con fibra de coco se presentaron daños irreversibles en las plantas ante situaciones extremas de falta de agua.

Por otra parte, se destaca la necesidad de utilizar sustratos o sus mezclas, con características homogéneas entre las diferentes partidas y en el tiempo. Cuando se emplean sustratos provenientes del reciclado de otra actividad, ya sean locales o no, es imprescindible realizar un análisis físico-químico cada vez que se utilicen, para poder determinar sus características y en función de ello formular la mezcla adecuada.

Además, es importante considerar que cuando se utilizan materiales orgánicos hay que considerar la natural descomposición de los mismos y su modificación en las propiedades físicas y química del medio de cultivo. Ello repercutirá en el desarrollo radicular y en el manejo de la solución nutritiva.

La calidad de agua es determinante en el éxito del sistema

Cuando los parámetros químicos de la solución nutritiva se alejaban del óptimo, se manifestaron rápidamente síntomas de deterioro en las plantas. En general, valores de conductividad eléctrica superiores a 1,8 ds/m y pH superior a 6,5 (medidos en el drenado post riego), afectaron directamente el rendimiento y la calidad de la fruta.

En la mayoría de las regiones productivas las características del agua de pozo no fueron las adecuadas, especialmente debido al elevado contenido de sodio, carbonatos y bicarbonatos. A ello se suma, la alta sensibilidad del cultivo de frutilla a la salinidad. Por ello, fue necesario mejorar la calidad de la misma a través de la implementación de diversos sistemas, como el sistema de captación de agua de lluvia, la instalación de equipos de osmosis, o el uso del agua de río. La mezcla con éstas fuentes de agua permitió mejorar la producción. En general una proporción de 1:1 fue suficiente para el manejo planteado. Todos los sistemas fueron adecuados, presentando ventajas y desventajas a considerar según las posibilidades económicas y operativas de cada sitio de producción.

La adecuada formulación de la solución nutritiva es uno de los principales parámetros del rendimiento del cultivo en éste sistema

El manejo nutricional del cultivo de frutilla en sustrato, demanda de un profundo conocimiento y un preciso manejo. Debe llevarse a cabo por personas idóneas para ello. Para poder expresar el potencial de la planta y del sistema en su conjunto, es fundamental realizar un plan de fertilización ajustado para cada etapa de desarrollo. El mismo debe ser controlado frecuentemente y re-ajustado de ser necesario. En todo momento, es necesario contemplar la calidad del agua a utilizar.

La formulación de la solución nutritiva con fertilizantes de la línea Hakaphos, es satisfactoria en lo que respecta a la facilidad operativa y a la alta solubilidad requerida en los sistemas de fertiriego. Por otra parte, presentan la ventaja de poder seleccionar las formulaciones que se adapten a las necesidades de cada etapa. Para una adecuada formulación de la solución nutritiva, es necesario complementar esta línea de fertilizantes con otros nutrientes, especialmente calcio. El uso de los productos Fetrilon Combi, aportó el contenido de micronutrientes necesarios para el cultivo, no manifestando deficiencias nutricionales. Sería interesante el desarrollo de otras formulaciones específicas para éstos sistemas de cultivo.

No es posible formular una solución nutritiva general. La misma se debe ajustar según la zona, manejo y etapa de desarrollo. Es fundamental realizar periódicamente, al menos cada 6 meses, un análisis físico-químico del agua de riego y realizar controles en lo posible diarios de ciertos parámetros. Mínimamente se debe controlar pH y CE. La medición de los mismos en el drenado posterior al riego es la forma que resultó más confiable y sencilla. Es necesario estipular un protocolo de medición, en función del momento del riego, la recolección del drenado y el periodo de crecimiento de la planta.

Mayor ahorro de agua y fertilizantes

El sistema de cultivo en sustrato permite **mayor precisión en el manejo del agua y nutrientes**, haciendo más eficiente el uso de dichos recursos. Es posible armar un circuito de circulación cerrado, permitiendo un ahorro muy importante en el consumo del agua y fertilizantes utilizados, siendo una ventaja no solo económica sino también medioambiental.

Los sistemas de circulación cerrada lograron la mayor eficiencia en uso de agua y fertilizantes. Se requiere un ajuste más frecuente en el manejo de la solución nutritiva.

Sin embargo, se resalta que en los sistemas tradicionales de fertiriego a campo, no hay recirculación de nutrientes y es más difícil el control de los lixiviados.

Mejor sanidad de la planta y Reducción de agroquímicos

El **estado sanitario general** de las plantas fue muy bueno. Si bien se registraron algunas plagas y enfermedades frecuentes en el cultivo de frutilla, la intensidad fue baja y pudo ser

controlada con productos químicos o simplemente a través del control mecánico. Se destaca que, en todas las regiones hubo una disminución considerable de las aplicaciones de fitosanitarios. Sólo se aplicaron algunos funguicidas específicos e insecticidas de bajo impacto. Con éste sistema de cultivo, no fue necesario la aplicación de ninguno de los fumigantes de suelo y sustratos de uso habitual para el cultivo de frutilla. Por ello, el uso de sustratos sanitariamente aptos representa una **alternativa técnicamente sustentable** para lograr el **reemplazo total del Bromuro de metilo en la argentina**.

Es sumamente importante resaltar la aparición de enemigos naturales, tal como suele ocurrir en sistemas productivos que implementan un manejo integrado o con bajo a muy bajo nivel de aplicaciones de insecticidas. Los enemigos naturales de mayor frecuencia correspondieron a la familia Coccinellidae (*Adalia bipunctata*, *Cycloneda sanguines* y *Harmonia axydiris*), cuyas larvas y adultos se alimentaron de pulgones.

Entre las plagas se observaron diferentes pulgones, siendo más frecuentes *Aphis gossypii* “pulgón del algodón”, hormigas cortadoras, arañuela roja *Tetranychus urticae* y también algunas especies habituales de trips, como *Frankliniella occidentalis*.

Entre las enfermedades se observaron *Botrytis cinérea*, *Zythia fragariae*, viruela y oidio. Estos patógenos afectaron las hojas, aumentando su intensidad de ataque sólo en periodos de alta humedad ambiente. La poda de hojas enfermas, junto con un ambiente controlado y una fertirriego ajustado, condujeron a reducir considerablemente el inoculo y con ello los daños.

La mayor presencia de plagas se observó en coincidencia con momentos de desbalance nutricional del cultivo.

Con éste sistema de producción también **se evita o reduce la presencia de malezas y con ello la necesidad de su control con herbicidas químicos**. La presencia de malezas es mínima o no afecta el desarrollo de la planta, pudiendo ser controlada mecánicamente. Sólo es necesario el control en aquellas situaciones que la superficie del suelo no sea cubierta o en los bordes o alrededores del sitio de producción. En todas las situaciones la presencia de malezas es inferior respecto un cultivo tradicional a campo.

No se requieren estructuras especiales para el sistema de cultivo

Las estructuras necesarias para el cultivo de frutilla en sustrato no difieren de los sistemas tradicionales en suelo. Pueden ser utilizados los mismos tipos de sistemas de riego por goteo y estructuras para el desarrollo bajo cubierta. Los beneficios del sistema se potencian, cuando las plantas se desarrollan bajo alguna estructura de protección.

Se facilitan todas las tareas y mejora la ergonomía para el trabajador

Cuando el sistema de cultivo en sustrato se desarrolla en forma elevada todas las tareas se ven facilitadas: la plantación, el mantenimiento del cultivo (poda de hojas, poda de estolones), la aplicación de fertilizantes y fitosanitarios, y especialmente la cosecha. El aumento del bienestar físico que se observa con este sistema productivo es destacado por todos los trabajadores que lo están implementando.

Por otro lado, se mejora la visualización de las plantas y del cultivo general, siendo ello fundamental en tareas como el monitoreo de plagas y enfermedades.

Mayor independencia de las condiciones climáticas

Cuando la producción se desarrolla bajo cubierta, las condiciones climáticas adversas, como las lluvias frecuentes y vientos intensos, no afectan las actividades que deben realizarse. Ello cobra mayor importancia cuando esas situaciones coinciden con el momento oportuno comercialmente para la cosecha. Por otra parte, la posibilidad de producción en primicia y/o tardicia debido al uso de invernáculo y a otras condiciones propias de este sistema productivo, podría ser otro de los beneficios importantes de este sistema productivo.

CONSIDERACIONES FINALES

Por lo expuesto se puede concluir, hasta el momento del presente trabajo, que el sistema de producción de frutilla en sustrato es una tecnología promisorio para la Argentina. Resta continuar ajustando ciertas variables técnicas para poder expresar su máximo potencial, especialmente en lo referido al manejo de la solución nutritiva, el manejo de la salinidad del agua de riego y el aprovechamiento de la superficie.

Se ha generado información, que era inexistente en el país hasta el momento, permitiendo la comparación en las distintas zonas del país. Se ha realizado la difusión de los resultados en jornadas técnicas y medios de difusión.

El interés por este sistema de cultivo ha crecido considerablemente en el último año, tanto en el sector productivo como en los consumidores. Sería conveniente analizar la posibilidad de desarrollar una diferenciación del producto que permita valorizar los beneficios de éste sistema alternativo de cultivo producción.

Se destaca que el interés generado en éste sistema de cultivo ha traspasado el cultivo de frutilla, y actualmente se están implementando sistemas muy similares para la producción de tomate en varios establecimientos del país.

9- PRODUCTOS DE DIFUSION Y COMUNICACIÓN

En el marco de éste acuerdo de trabajo se han realizado diversos productos de comunicación y jornadas técnicas abiertas a la comunidad con el fin de difundir conceptos básicos del sistema de cultivo sin suelo, tanto de hidroponía, como de cultivo en sustrato.

Se han organizado también visitas a las distintas parcelas experimentales de frutilla en sustrato, donde se han presentado los resultados preliminares de los ensayos en curso y se ha intercambiado experiencias con otros integrantes del sector productivo.

En las jornadas técnicas y visitas se ha contado con la presencia de más de 65 participantes en cada una, entre productores, asesores técnicos, estudiantes y nuevos emprendedores, lo que ha permitido enriquecer los encuentros e iniciar una red de interesados en la temática en cuestión. Posteriormente se han contestado más de 100 consultas de diferentes regiones del país.

Jornadas y Visitas Técnicas

Mar del Plata. Buenos Aires



Coronda. Santa Fe



La Plata. Buenos Aires



Famaillá. Tucumán



Lujan. Buenos Aires



Notas de difusión

- INTA Radio. Segura M. A. (2019). Cultivo sin suelo: una alternativa que el INTA trabaja en todo el país. Recuperado de: http://radio.inta.gob.ar/sites/default/files/cultivo_sin_suelo_-_curso_internacional_de_agroecologia_0.mp3?uuid=5cf50dc020344
- INTA Noticias. Adlercreutz, E. G.; Piscione, C. J. (24 de mayo del 2019). El cultivo sin suelo permitiría producir en cualquier región del país. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/noticias/el-cultivo-sin-suelo-permitiria-producir-en-cualquier-region-del-pais>
- INTA Argentina. Espina, A.; Segura, M. A. (7 junio del 2019). Ensayos de cultivo sin suelo en Mar del Plata. Establecimiento productivo “Campos de frutilla.”. Nicolás Parducci. *INTA Argentina* canal de youtube. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=8m8JJK3sbM>
- INTA Argentina. Segura, M. A. (7 de junio de 2019). Técnica para el cultivo sin suelo: la hidroponía. Enrique Adlercreutz. *INTA Argentina* canal de youtube. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=UQzi7iE16FQ>
- INTA Argentina. Piscione, C. J. Miri, F. (7 de junio de 2019). Proyecto Tierra Sana: producción de cultivos sin suelo de manera sustentable. *INTA Argentina* canal de youtube. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=OdyawrHAe_g&t=31s
- UNLu. Centro de producción audiovisual. (28 de agosto del 2019). Ensayos de cultivos "sin suelo" en el Campo Experimental del CIDEPA. Recuperado de: <http://www.prensa.unlu.edu.ar/?q=node/6000>
- INTA Santa Fe. (12 septiembre de 2019). Presentación del Proyecto Tierra Sana. Producción de frutilla sin utilización de Bromuro de Metilo. Cultivo sin suelo como alternativa en Coronda. *INTA Santa Fe* perfil de Twitter. Recuperado de: <https://twitter.com/INTASANTAFE/status/1172189949380177920>
- INTA Noticias. Asoli C. (16 de septiembre del 2019). Producir sin suelo: una alternativa innovadora en crecimiento. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/noticias/producir-sin-suelo-una-alternativa-innovadora-en-crecimiento>
- UNLu. Centro de producción audiovisual. (30 de octubre del 2019). Realizaron jornada técnica "Cultivo sin suelo: una alternativa innovadora". Recuperado de: <http://www.prensa.unlu.edu.ar/?q=node/6201>
- UNLu. Centro de producción audiovisual. Producción de frutillas. Noticias UNLu. Ed. 34. (25 de Octubre 2019) Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=19a5XjWrXNw&t=216s>
- INTA Famailla. Borquez, A. M.; Mollinedo, V.; Mariotti Martinez J. A. (3 de diciembre del 2019). Hidroponía: una alternativa para producir en la provincia. *INTA Noticias*. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/noticias/hidroponia-una-alternativa-para-producir-en-la-provincia>

- INTA Informa. (13 diciembre del 2019). Producción de frutilla y tomate sin suelo. *INTA Informa* canal de youtube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=BGR4aqD2mRg&list=PLZCjvvqQetbRaYr6lGQ2uNf9eEupVMdyQ&index=21>
- INTA Intranet. Fangio, S. (16 enero del 2020). Interés de un distrito chino para producir más y en suelos sanos. Recuperado de <https://intranet.inta.gob.ar/comunicacion/noticiasinta/Lists/EntradasDeBlog/Post.aspx?List=b18e4b77%2D7722%2D4df5%2Dadfa%2D04553bbe5b3a&ID=1394&Web=8f1322b3%2D03c6%2D408d%2Da515%2D5eb8e0b7af52>
- INTA Noticias. Segura, M. A. Mate, A. M. (17 enero del 2020). China interesada en el trabajo de cultivo sin suelo de INTA. Recuperado de <https://inta.gob.ar/noticias/china-interesada-en-el-trabajo-sobre-cultivo-sin-suelo-de-inta>
- INTA Noticias. Segura, M. A. Mate, A. M. Piscione, C. J. Miri, F. (17 enero del 2020). Ya se comercializa una frutilla en sustrato desde Mar del Plata. Recuperado de <https://inta.gob.ar/noticias/ya-se-comercializa-una-frutilla-en-sustrato-desde-mar-del-plata>
- INTA. Tierra Sana. Cultivo sin suelo. Cuellas, M.; García, L.; Castañares, J.L.; Larraburu. Jornada Técnica. Cultivo sin suelo: una alternativa innovadora para las producciones intensivas. 10 de Octubre del 2019. Gorina, La Plata.

10- BIBLIOGRAFÍA

Adak, N., Tozlu, I., & Gubbuk, H. (2018). Influence of Different Soilless Substrates to Morpho-physiological Characteristics and Yield Relations in Strawberries. *Erwerbsobstbau*, 60, 341-348. Doi: [10.1007/s10341-018-0382-x](https://doi.org/10.1007/s10341-018-0382-x)

Adlercreutz, E. 2011. Frutillas Bonaerenses. *Revista Súper Campo*, 198, 45-47.

Adlercreutz, E. 2012. Evaluación de variedades de frutilla de día neutro en el Cinturón Hortícola de Mar del Plata 2011/2012. Hoja Técnica INTA.

Adlercreutz, E. 2013a. Producción e ingreso bruto de frutilla según fecha de plantación Hoja técnica INTA.

Adlercreutz, E. 2016. Cultivos anuales y bianuales de frutilla en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires: Modificaciones en los parámetros de crecimiento. Tesis de Maestría. Universidad nacional del Litoral-Fac. de CCias. Agrarias Esperanza/Santa Fe.

Adlercreutz, E. 2017. Descripción del Cinturón Hortícola de la ciudad de Mar del Plata. Hoja Técnica INTA.

Atucha *et al.*. 2004-2012. Producto Bruto Geográfico del Partido de General Pueyrredón. Universidad Nacional de Mar del Plata. ISBN 978-987-544-610-6).

Bedetta, B “Encuesta al Sector Frutilla”-ADER (Agencia para el Desarrollo departamento San Jerónimo, 2010.

Castro A., 2019. Curso de horticultura y floricultura. Año 2019. Guía didáctica: Horticultura argentina. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires. Argentina.

Cavins, T.K.; Whipker, B.E.; Fonteno W.C.; Harden, B.; McCall, I. & Gibson, J.L. 2000. Monitoring and Managing pH and EC Using the PourThru Extraction Method. In: https://projects.ncsu.edu/project/hortsublab/pdf/PourThru_Master_HIL.pdf. Consultado: 07/11/2016.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). *InfoStat, versión 2008*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Ferrato y Fazzone. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para la Agricultura Familiar. Cadena de las principales hortalizas de hoja en la Argentina. FAO. 2010.

INTA Informa. 17 de agosto de 2018. Producción de frutillas sin suelo. <https://inta.gob.ar/videos/produccion-de-frutillas-sin-suelo> , consultado el 3 de abril del 2020.

INTA Informa. 30 de noviembre 2018. “En Santa Fe, producen frutillas sin suelo con buenos resultados”.<https://intainforma.inta.gob.ar/en-santa-fe-producen-frutillas-sin-suelo-con-buenos-resultados/>, consultado el 3 de abril del 2020.

Jica. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Manual de Hidroponia. 2003.

Kirschbaum, D. Manual de Buenas prácticas agrícolas para la producción de frutilla. Ediciones INTA. 2010. 36 p.: il. ISBN N° 978-987-1623-75-4

López Medina, J., Peralbo, A. y Flores, F. (2004). Closed soilless growing system: a sustainable solution for strawberry crop in Huelva (Spain). Acta Hort. 649, 213-216 Doi: 10.17660/actahortic.2004.649.39 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.649.39>

Malik, Aatif & Iqbal, Kaiser & Aziem, Showkat & Mahato, Prasanto & Negi, Ajeet. 2014. A Review On The Science Of Growing Crops Without Soil (Soilless Culture). A Novel Alternative For Growing Crops. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 7. 833-842. Available online at www.ijagcs.com IJACS/2014/7-11/833-842 ISSN 2227-670X 2014.

MCBA. 2019. Boletín de frutas y hortalizas N° 99. Frutilla. Octubre 2019. Corporación del Mercado Central de Buenos Aires. Tapiales, Buenos Aires. Argentina.

OIT Coronda, 2015. Informe técnico. Cultivo de frutilla en la provincia de Santa Fe INTA. AER Monte Vera.

Parducci, G. Sartal, C. 2020. Informe del ensayo de hidroponia en el establecimiento El Abra-Camet. Informe técnico N°1.

Pernuzzi, C.; Sordo, M. H.; Travadelo, M. ; Maina, M. & Acetta, P. 2017. Evaluación de la conveniencia de los macrotúneles en comparación con microtúneles para el cultivo de frutilla en Coronda. Revista FAVE, 2017.ISSN 1666-7719.

Philip Lieten (2013) Advances in Strawberry Substrate Culture during the Last Twenty Years in the Netherlands and Belgium, International Journal of Fruit Science, 13:1-2, 84-90, DOI: 10.1080/15538362.2012.697024

Rafael Fernández Gómez et al. 2010. Manual de Riego para Agricultores Módulo 4: Riego Localizado. 2010. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf
consultado el 11 de abril del 2020.

Sangiacomo M.A y Garbi M. 2017. Horticultura general. Guía de estudios. Producción vegetal III (Horticultura). Universidad Nacional de Lujan. Buenos Aires. Argentina.

Sordo M. H.; Travadelo M., Pernuzzi C. 2016. Evolución del cultivo de frutilla en la provincia de Santa Fe. XXXVIII Congreso Argentino de Horticultura. 26 al 29 de septiembre de 2016 Santa Fe, Argentina. ISSN 1851-9342

Proyecto “Tierra Sana”. INTA-ONUUDI

Alternativas sustentables para la desinfección de suelos y sustratos en los cultivos de hortalizas, frutilla y ornamentales

Para mayor información contactarse con el equipo técnico:

Coordinación Nacional: Ing. Agr. M Sc. Analía Puerta (puerta.analia@inta.gob.ar). Centro de Recursos Naturales. INTA Castelar

Responsable del Equipo Técnico Regional Santa Fe: Ing. Agr. María del Huerto Sordo (sordo.maria@inta.gob.ar). OIT Coronda. AER Monte Vera

Responsable del Equipo Técnico Regional Tucumán-Santiago: Ing. Agr. Ana María Borquez y Victor Mollinedo (borquez.ana@inta.gob.ar y mollinedo.victor@inta.gob.ar). EEA INTA Famaillá

Responsable del Equipo Técnico Regional Buenos Aires Sur: Ing. Agr. M Sc. Enrique Adlercreutz (adlercreutz.enrique@inta.gob.ar). AER Mar del Plata.



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

