



INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

Proyecto EST-2016-0244

I. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre del proyecto	Estudio sobre factibilidad técnica y económica de un sistema hidropónico para la producción sustentable de flores bulbosas
Código del proyecto	EST-2016-0244
Región de ejecución	Región Metropolitana
Agente Ejecutor	Universidad de Chile
Coordinador del Proyecto	Danilo Aros Orellana
Costo Total Proyecto (Programado)	
Costo Total Proyecto (Real)	
Aporte del FIA (Programado)	
Aporte del FIA (Real)	
Período de Ejecución (Programado)	
Período de Ejecución (Real)	

II. RESUMEN EJECUTIVO

El sector floricultor, rubro poco desarrollado en Chile, se ha visto afectado en los últimos años por los cambios que han sufrido las condiciones climáticas en el país: heladas y principalmente déficit de precipitaciones cercanos al 40% en la Región de Valparaíso, uno de los principales centros productivos de este sector. Producto de esta situación, se han visto afectados los rendimientos y volúmenes producidos en el rubro de flores de corte. Adicionalmente el aumento de la conductibilidad eléctrica de los suelos, debido al exceso de fertilización y uso de pesticidas, provocan problemas de toxicidad que afectan la calidad del producto. Estos son algunos datos por lo que esta propuesta quiso abordar una posible solución mediante la implementación de un sistema hidropónico, el cual estaría adaptado a las necesidades y requerimientos de flores de corte, disminuyendo con esto el consumo de agua y el uso de agroquímicos dentro del sistema productivo.

Para el desarrollo de esta propuesta, se estableció el objetivo de: Estudiar la factibilidad técnica y económica de la implementación de un sistema hidropónico para la producción sustentable de flores bulbosas de corte en el país. Para lograr este objetivo se realizó un análisis técnico, a través de ensayos experimentales en invernadero, previa revisión bibliográfica detallada tanto de los distintos tipos de sistemas, como de las especies más adecuadas tanto por sus características morfológicas como por su valor en el mercado, visitas a producciones ya implementadas en el extranjero y a nivel nacional, y un análisis de viabilidad económica de la producción hidropónica en este tipo de cultivo.

Los principales resultados logrados en este proyecto, son haber implementado un sistema hidropónico para flores de corte, reproducible y efectivo, para 5 especies y dos tipos de sistemas. Se realizó una gira tecnológica dentro del país (Iquique) y otra en el extranjero (Holanda), desde donde se obtuvo valiosa información técnica para montar los ensayos. En cuanto a los resultados más importantes obtenidos de los ensayos se pudo determinar que el cultivo hidropónico de flores reduce el tiempo de plantación a cosecha, que las flores producidas en cultivo convencional alcanzan mayor crecimiento (largo de vara y peso fresco) y que el sistema 'puntas' comienza a absorber nitratos de manera anticipada, lo que lograría provocar un desarrollo más acelerado de las plantas. Por otro lado, se realizaron distintas charlas tanto dentro como fuera de la región Metropolitana, para dar a conocer e informar de este proyecto a agricultores. Por último, se generó un manual técnico y económico con los principales resultados, dirigido a pequeños agricultores.

III. INFORME TÉCNICO

1. Objetivos del Proyecto:

Objetivo general: Estudiar la factibilidad técnica y económica de la implementación de un sistema hidropónico para la producción sustentable de flores bulbosas de corte en el país.

El objetivo general fue cumplido durante el desarrollo del proyecto, lo que se puede reflejar en los resultados obtenidos de los ensayos en invernadero de 5 especies de interés en la floricultura, además del análisis económico que se realizó de la implementación de este sistema.

Objetivo específico N°1: Diseñar un sistema hidropónico para el cultivo de flores bulbosas mediante el estudio de modelos exitosos de producción (Cumplimiento: 100%).

Para el cumplimiento de este objetivo, realizó en primer lugar una revisión bibliográfica, en la cual se analizaron los principales sistemas hidropónicos utilizados en la agricultura y

como éstos se adaptan a los requerimientos y morfología de las bulbosas utilizadas como flores de corte. En este análisis también tuvo mucha importancia la opinión que el rubro tenía sobre esta tecnología y sus experiencias previas (entrevista a APEF e INDAP). Adicionalmente también se tuvo la visión de quienes han desarrollado e implementado esta tecnología en sus sistemas productivos, tanto a nivel nacional (Araucanía Flowers y el Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos) como internacional, donde se realizó una gira tecnológica a Holanda, en donde se tuvo la oportunidad de visitar a productores y centros de transferencia tecnológica que desarrollan el sistema hidropónico para la producción de flores, principalmente de tulipanes. Con esta información se determinó usar los sistemas hidropónicos: raíz flotante, NFT y sistema recirculante en puntas y las especies: narciso, liliun, fresia, iris y tulipán.

Objetivo específico N°2: Evaluar la factibilidad técnica, implementando un sistema sustentable hidropónico de flores de corte (Cumplimiento: 100%).

Para la correcta implementación de los ensayos a ejecutar, se realizó una fase de diseño de prototipos. Durante esta fase se realizaron pruebas de materiales y tamaños para buscar el modelo más adecuado para las dimensiones del invernadero y el tamaño de los bulbos a estudiar. Una vez establecidos los prototipos a utilizar se realizó el montaje de los distintos ensayos para cada una de las especies seleccionadas y se realizaron registros periódicos de uso del recurso hídrico. Posteriormente se evaluó cada ensayo, obteniendo resultados analizables de las especies narciso y liliun.

Objetivo específico N°3: Evaluar la factibilidad económica de la implementación de un sistema hidropónico adecuándolo a las características del mercado nacional (Cumplimiento: 100%).

Dentro de la implementación en narciso se realizó un registro tanto de duración de ciclo productivo, como de rendimiento para cada uno de los tratamientos. Por otro lado, en las demás especies, no se pudo determinar este indicador ya que las plantas no llegaron a terminar el ciclo productivo. Sin embargo, con la información obtenida con el cultivo del narciso, se realizó un estudio de factibilidad económica que compara la implementación de los dos sistemas hidropónicos estudiados junto con un sistema tradicional, utilizando información actualizada de precios de reactivos e insumos a nivel nacional.

Objetivo específico N°4: Difundir los resultados al sector productor de flores en el país (Cumplimiento: 100%).

Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron diversas charlas informativas y de interacción con diversos actores del área. La primera actividad, fue la charla realizada en agosto de 2016, en la Feria del Rubro Floricultor (APEFLORA), en la cual asistieron alrededor de 400 personas. Luego, en noviembre se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas un día de campo demostrativo, en donde participaron alrededor de 46 personas. En esta actividad se expusieron las ventajas de la producción hidropónica de

flores de corte, como una alternativa para disminuir el consumo hídrico y energético y los problemas asociados a altas conductibilidades eléctricas en el suelo provocados por exceso de aplicación de agroquímicos. Se expusieron experiencias tanto nacionales como internacionales, conceptos nutricionales asociados al cultivo de flores de corte, se dieron a conocer los resultados preliminares de los ensayos y los asistentes visitaron los ensayos hidropónicos en invernadero. Otras actividades realizadas, fue el seminario con motivo de la visita de la Dra. Silvina Soto, investigadora del Instituto de Floricultura (INTA) de Buenos Aires, junto a ejecutivas de la Cancillería Argentina y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), actividad en la que participaron 20 personas. La última participación fue realizada por la tesista Macarena Bustos, quién presentó un poster en el 67° Congreso Agronómico de la Sociedad Agronómica, el día 29 de noviembre de 2016, en esta reunión se calcula asistieron más de 120 personas.

Además, este año se publicó un artículo en la Revista Mundo Agro informando de la implementación y experiencias vistas y realizadas de los sistemas hidropónicos en flores. Por último, se ha confeccionado un manual, dando a conocer la experiencia realizada en este proyecto, para ser entregado a pequeños agricultores del área.

2. Metodología del Proyecto:

Metodología

Los ensayos de este estudio se realizaron en un invernadero ubicado en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, donde se mantuvieron condiciones controladas, de temperatura y humedad relativa, así como luminosidad. Para cada una de las especies se realizó un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos y tres repeticiones por cada uno. Cada ensayo constó de 3 mesones, en los cuales se dispusieron 3 unidades experimentales, con 24 bulbos en cada uno. Para todas las especies se utilizó una solución nutritiva ½ Hoagland.

Para el tratamiento **testigo** (convencional), se utilizó un sustrato a base de turba y arena en proporción 3:1. Para el sistema de **raíz flotante**, las especies de flores se organizaron en contenedores provistos de un sistema de raíz flotante. En la parte superior de los contenedores, será ubicada una plancha de poliestireno. En el **sistema de raíz flotante en puntas**, las especies de flores se dispusieron en los contenedores que, a diferencia del sistema anterior, fueron provistos de una superficie con puntas donde se ubicaron los bulbos. Éstos se mantuvieron con un nivel de agua estable, siendo la solución movilizada constantemente con un sistema de bombas que permitió la recirculación del agua y la oxigenación de las raíces. Las evaluaciones (rendimiento, número de días a cosecha, largo de vara, diámetro de vara, color follaje, estado nutricional, consumo hídrico, consumo energético) fueron realizadas al momento de la cosecha. Los resultados de cada ensayo fueron evaluados a través de un análisis de varianza (ANDEVA), con un 95% de confianza y en caso de existir diferencias significativas entre las medias de cada

tratamiento serán separadas a través de una prueba de rango múltiple de Tukey.

Existieron diferentes dificultades metodológicas en el desarrollo del proyecto. En el caso del cultivo del liliu, existieron problemas con el crecimiento de las plantas en el sistema recirculante en puntas, ya que los soportes dañaron parte de los bulbos, por otro lado, en el sistema de raíz flotante, muchas de las raíces adventicias al estar sobre la plancha de poliestireno, no alcanzaban la solución nutritiva, esto hizo que no se obtuvieran resultados confiables del uso del sistema hidropónico. También se pudo observar, la presencia de hongos de *Penicillium* en cormos de fresas, por lo que no se desarrollaron las plantas. En el caso del iris, existieron problemas de déficit nutricional, toxicidad de algún mineral que constituye la solución nutritiva o inclusive golpe de sol, por la época en la que se montaron los ensayos, por lo que no prosperó el cultivo. Por último, no se pudieron obtener bulbos de tulipán, por encontrarse fuera de la fecha de plantación. En este último caso, se optó por reemplazar este cultivo por una especie no bulbosa a modo de comparar con especie de crecimiento anual, entonces se eligió el clavel. Este cultivo, no alcanzó la floración, por lo que finalmente no se pudo evaluar.

Protocolos y métodos

El detalle de los protocolos y métodos utilizados en este proyecto son entregados en el ANEXO N°1 Estudio factibilidad técnica.

3. Actividades del Proyecto:

1) Carta Gantt original proyecto

Nº OE	Nº RE	Actividades	Año 2016											
			Trimestre											
			Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sep			Oct-Dic		
1	1	Revisión bibliográfica sobre sistemas hidropónicos			X	X								
1	1	Visitas a experiencias exitosas en producción hidropónica de flores				X								
1	2	Revisión bibliográfica sobre requerimientos de flores bulbosas			X	X								
1	3	Elaboración de diseños para prototipos de sistema hidropónico				X								
2	4	Habilitación de 2 tipos de sistemas hidropónicos evaluados en distintas especies					X	X	X	X	X	X	X	
2	4	Evaluaciones agronómicas					X	X	X	X	X	X	X	
2	5	Evaluaciones periódicas de consumo de agua					X	X	X	X	X	X	X	
2	6	Registro periódico de uso de agroquímicos					X	X	X	X	X	X	X	
3	7	Realización análisis económico de factibilidad												X
Nº OE	Nº RE	Actividades	Año 2017											
			Trimestre											
			Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sep			Oct-Dic		
3	7	Realización análisis económico de factibilidad	X	X										
3	7	Elección de 3 especies adaptadas a un sistema hidropónico		X										
4	8	Elaboración de manual técnico y económico	X	X										
4	8	Difusión: Charlas informativas al rubro	X	X										

2) Carta Gantt real proyecto

Nº OE	Nº RE	Actividades	Año 2016											
			Trimestre											
			Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sep			Oct-Dic		
1	1	Revisión bibliográfica sobre sistemas hidropónicos			X	X								
1	1	Visitas a experiencias exitosas en producción hidropónica de flores				X								
1	2	Revisión bibliográfica sobre requerimientos de flores bulbosas			X	X								
1	3	Elaboración de diseños para prototipos de sistema hidropónico				X								
2	4	Habilitación de 2 tipos de sistemas hidropónicos evaluados en distintas especies						X	X	X	X	X	X	
2	4	Evaluaciones agronómicas							X	X	X	X	X	
2	5	Evaluaciones periódicas de consumo de agua								X	X	X	X	
2	6	Registro periódico de uso de agroquímicos								X	X	X	X	
Nº OE	Nº RE	Actividades	Año 2017											
			Trimestre											
			Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sep			Oct-Dic		
3	7	Realización análisis económico de factibilidad		X	X	X								
3	7	Elección de 3 especies adaptadas a un sistema hidropónico			X									
4	8	Elaboración de manual técnico y económico						X	X					
4	8	Difusión: Charlas informativas al rubro	X	X										

Las principales razones de las discrepancias entre las fechas programadas de las actividades y las fechas reales, se debe a los siguientes motivos:

En el caso de la Habilitación de 2 tipos de sistemas hidropónicos evaluados en distintas especies, el retraso se debió a temas administrativos, que no permitieron tener a tiempo los insumos e infraestructura necesaria en el invernadero para comenzar los ensayos. Sobre la elección de 3 especies adaptadas a un sistema hidropónico, el atraso de esta actividad, se debe a que no se pudo obtener los bulbos de tulipán a tiempo, por lo que se debió hacer un análisis adicional para elegir la especie idónea para ser reemplazada. A su vez, la elaboración de manual técnico y económico, tuvo retrasos administrativos, por entrega de recursos y por aún no tener toda la información técnica y económica necesaria.

4. Resultados del Proyecto:

Los principales resultados obtenidos en este proyecto, fueron en relación al cultivo del narciso, ya que este fue el que se pudo evaluar y comprar entre sistemas en forma efectiva. Los principales resultados evaluados y analizados fueron los siguientes:

Rendimiento (flores/m²): Se obtuvieron valores de rendimiento similares en los 3 casos, el tradicional registró 103,8 varas/m², el de raíz flotante 100,43 varas/m² y finalmente el sistema en puntas 86,5 varas/m². La disminución en el rendimiento se debió a que algunos bulbos no presentaron floración debido a tres razones: aborto floral, permanencia en estado vegetativo del brote, o simplemente por no brotación del bulbo.

Número de días a cosecha: Se observó una clara diferencia entre los 3 tratamientos. El tratamiento testigo registró el ciclo productivo significativamente más largo que los tratamientos utilizando sistemas hidropónicos, con una duración de 21,5 días. El sistema en puntas obtuvo el ciclo más corto con 15,92 días (Figura 1).

Largo de vara (cm): En este caso, el tratamiento testigo obtuvo la mayor longitud de tallo (33,97 cm), presentando diferencias significativas con los otros tratamientos. La prolongación del ciclo productivo del sistema tradicional, pudo haber colaborado para que la vara alcanzara una mayor longitud.

Diámetro de vara (mm): Se obtuvieron mejores resultados utilizando sistemas hidropónicos versus un tratamiento testigo, obteniéndose valores de 11,04 mm (recirculante) y 11,12 mm (raíz flotante) para sistemas hidropónicos en comparación con los 9,73 mm en un sistema tradicional (Figura 2).

Color del follaje (SPAD): No se encontraron diferencias en el contenido de clorofila de las hojas entre los distintos sistemas.

Estado nutricional (pH): Se observó que el sistema con puntas presenta un aumento más rápido del pH, lo que debería estar asociado a la absorción de nitratos (NO₃⁻) desde la solución.

Consumo hídrico (L/periodo): El consumo hídrico en el caso de los tratamientos con sistema hidropónico fue mayor que para el tratamiento testigo. Se obtuvieron valores de 55,8 L en el caso de sistemas hidropónicos versus 30,6 L en uno tradicional.

Consumo energético (KW/periodo): En el caso del consumo energético se obtuvo una disminución de éste en comparación con un tratamiento testigo, el cual tuvo un consumo de 231 KW en comparación a los 180,54 y 160,27 KW obtenidos por los sistemas hidropónicos. Este resultado se debió principalmente a la prolongación del ciclo productivo en el tratamiento testigo.

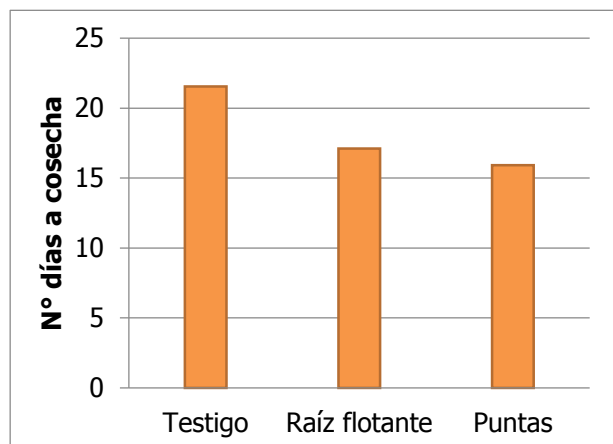


Figura 1. Gráfico con el número de días transcurridos desde plantación a cosecha, en la producción del narciso var. Paperwhite.

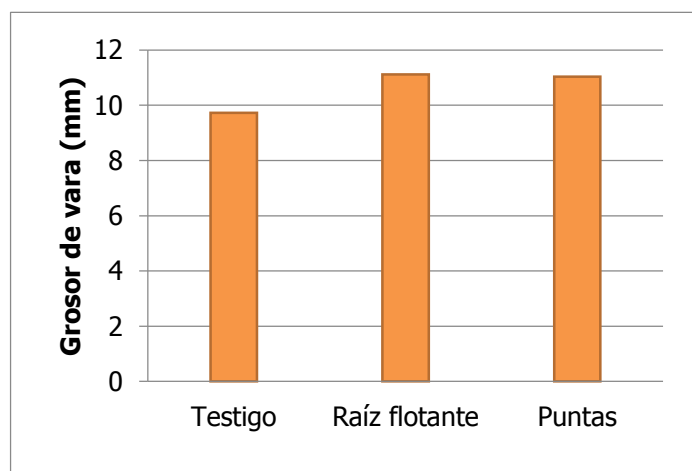


Figura 2. Gráfico con el grosor de vara alcanzado, en los diferentes tratamientos aplicados en la producción del narciso var. Paperwhite.

Las conclusiones que se pueden obtener del ensayo son las siguientes:

- Los cultivos hidropónicos de flores reduce el tiempo de plantación a cosecha.
- Flores producidas en el cultivo convencional alcanzan mayor crecimiento (largo de

vara y peso fresco).

- Sistema 'puntas' comienza a absorber nitratos de manera anticipada: logrando un desarrollo más acelerado.
- Pueden ocurrir variaciones de rendimiento según la morfología según la especie con la cual se trabaje. Existen especies como el *lilium*, que genera raíces adventicias las que deben tener un soporte adecuado, para entrar en contacto con la solución.
- El uso del sistema de puntas, dependiendo del tamaño, no siempre da un adecuado sostén a los bulbos, y estos pueden ser dañados si no se insertan en forma correcta.
- El estado fitosanitario debe ser considerado, ya que los bulbos se encuentran expuesto a soluciones que podrían propiciar el desarrollo de microorganismos afectando el normal desarrollo de las plantas.

Los detalles de metodología, desarrollo y resultados para cada especie, se encuentran en el ANEXO N° 1 Estudio factibilidad técnica.

5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

Se realizó el análisis de la viabilidad económica del negocio del cultivo de narciso en tres sistemas de producción en invernadero para la pequeña agricultura chilena en el marco "Estudios y proyectos de innovación en agricultura sustentable" de FIA. La especie seleccionada fue *Narcissus triandus* L. variedad Paperwhite; mientras que los sistemas seleccionados fueron suelo, hidroponía raíz flotante e hidroponía recirculante en puntas. Además, se efectuó un análisis económico del negocio de tulipán en dos sistemas productivos con el objetivo de comparar ambas especies.

Los resultados de la factibilidad económica de la implementación de un sistema hidropónico de flores de corte se pueden ver en el ANEXO N°2 Estudio de factibilidad económica.

6. Impactos y Logros del Proyecto:

Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio	-		
Producción (<i>por producto</i>)	-		
Costos de producción	-		
Ventas y/o Ingresos	-		
<i>Nacional</i>			
<i>Internacional</i>			
Convenios comerciales	-		

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual	-		
Nuevos empleos generados	-		
Productores o unidades de negocio replicadas	-		

Impactos Tecnológicos

Logro	Numero	Detalle
-------	--------	---------

	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto	-			
Proceso	-			
Servicio	-			

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes	-	
Solicitudes de patente	-	
Intención de patentar	-	
Secreto industrial	-	
Resultado no patentable	-	
Resultado interés público		

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica	-	
Generación nuevos proyectos	-	

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (<i>Citas, título, descripción</i>)
Publicaciones	-	
<i>(Por Ranking)</i>	-	
Eventos de divulgación científica	-	
Integración a redes de	-	

investigación		
---------------	--	--

Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (<i>Título, grado, lugar, institución</i>)
Tesis pregrado	-	
Tesis postgrado	-	
Pasantías	-	
Cursos de capacitación	-	

7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

- Técnicos:** Existieron diferentes dificultades metodológicas en el desarrollo del proyecto. En el caso del cultivo del liliom, existieron problemas con el crecimiento de las plantas en el sistema recirculante en puntas, ya que es posible que los soportes hayan dañado parte de los bulbos, principalmente el punto de crecimiento, por lo que afectó la brotación. Por otro lado, en el sistema de raíz flotante, muchas de las raíces adventicias al estar sobre la plancha de poliestireno, no alcanzaban la solución nutritiva, esto hizo que no se obtuvieran resultados confiables del uso del sistema hidropónico. También se pudo observar, la presencia de hongos de *Penicillium* en cormos de fresas, por lo que no se desarrollaron las plantas. En el caso del iris, existieron problemas de déficit nutricional, toxicidad de algún mineral que constituye la solución nutritiva o inclusive golpe de sol, por la época en la que se montaron los ensayos, por lo que no prosperó el cultivo. Por último, no se pudieron obtener bulbos de tulipán, por encontrarse fuera de la fecha de plantación. En este último caso, se optó por reemplazar este cultivo por una especie no bulbosa a modo de comparar con especie de crecimiento anual, entonces se eligió el clavel. Este cultivo, no alcanzó la floración, por lo que finalmente no se pudo evaluar.
- Administrativos:** Tardanza en la implementación técnica, por demora en entrega insumos para infraestructura e insumos para soluciones nutritivas, así como entrega material vegetal, con el caso del tulipán, que hubo demoras en las compras por medio de Chilecompas. Por lo que se decidió cambiar especie por clavel.

9. Conclusiones y Recomendaciones:

Mediante este proyecto, se pudo concluir lo siguiente desde el punto de vista técnico:

- Los cultivos hidropónicos de flores reduce el tiempo de plantación a cosecha.
- Las flores producidas en el cultivo convencional alcanzan mayor crecimiento (largo de vara y peso fresco).
- Sistema 'puntas' comienza a absorber nitratos de manera anticipada: logrando un desarrollo más acelerado.
- Pueden ocurrir variaciones de rendimiento según la morfología según la especie con la cual se trabaje. Existen especies como el liliun, que genera raíces adventicias las que deben tener un soporte adecuado, para entrar en contacto con la solución.
- El uso del sistema de puntas, dependiendo del tamaño, no siempre da un adecuado sostén a los bulbos, y estos pueden ser dañados si no se insertan en forma correcta.
- El estado fitosanitario debe ser considerado, ya que los bulbos se encuentran expuesto a soluciones que podrían propiciar el desarrollo de microorganismos afectando el normal desarrollo de las plantas.

Por otro lado, desde el punto de vista económico, para este proyecto, se puede concluir lo siguiente:

- Existe una discrepancia económica que se produce entre los sistemas hidropónicos de narciso y del tulipán, esto responde al margen más alto entre el precio de venta de vara y el costo del bulbo en el negocio de tulipán.
- Por otra parte, según lo expuesto el negocio de narciso hidropónico recirculante en puntas es inviable económicamente.
- Finalmente para el análisis económico, se debe tener en cuenta que los costos en insumos para la preparación de soluciones nutritivas junto al costo de los bulbos, son determinantes a la hora de obtener números positivos en este tipo de negocio.

Como recomendación final, se sugiere en futuros proyectos de este tipo:

- Considerar mayor tiempo para la implementación del estudio técnico, para una apropiada gestión, administración de recursos e implementación en terreno.
- Realizar un estudio previo al comienzo del proyecto, de las mejores especies para la realización de los ensayos.

IV. INFORME DE DIFUSIÓN

Los resultados en cuanto a la difusión del proyecto, son satisfactorios, considerando que se superó lo inicialmente esperado. Las actividades realizadas para la difusión del proyecto, son las siguientes:

- Charla en Feria APEFLORA, actividad organizada por la APEF, la cual fue realizada en Maule, región del Maule, el 30 de agosto de 2016.
- Día de campo demostrativo, en la Facultad de Ciencias Agronómicas, realizada el 16 de noviembre de 2016.
- Seminario INTA-JICA, con motivo de la visita de la Dra. Silvina Soto, dentro de las dependencias de la Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Participación 67º Congreso Agronómico de la alumna Macarena Bustos, con exposición tipo poster, el 29 de noviembre de 2016.
- Artículo en la revista Mundo Agro, en la versión impresa del mes de mayo.
- Manual técnico y económico, titulado: Factibilidad técnica y económica de un sistema hidropónico para flores bulbosas.

Mayor información y detalles de cada actividad, se pueden encontrar en el ANEXO Nº 3 Difusión.

V. ANEXOS

Adjunto a este informe, se incluyen los siguientes anexos:

ANEXO Nº 1: Resultados

ANEXO Nº2: Estudio de factibilidad económica.

ANEXO Nº3: Difusión

ANEXO Nº4: Fichas Técnicas Equipo

Manual de Factibilidad Técnica y Económica de un Sistema Hidropónico para flores bulbosas

ANEXO N°1

FACTIBILIDAD TÉCNICA

Este anexo entrega la información pertinente en relación a los ensayos técnicos realizados durante el proyecto, con las 5 especies estudiadas, entregando los antecedentes sobre su montaje, desarrollo y resultados.

Para todas las especies analizadas en este proyecto se siguieron los siguientes protocolos:

Materiales y método

Lugar de estudio

El estudio se realizará en un invernadero ubicado en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, en la comuna de La Pintana, Región Metropolitana.

El invernadero se mantendrá en condiciones de 20 a 25°C de temperatura y sobre 50% de humedad relativa. Se dispondrá de una malla raschel al 50 % para ajustar la intensidad lumínica del sector experimental.

Los análisis correspondientes serán realizados en el Laboratorio de Nutrición Vegetal, perteneciente al Departamento de Producción Agrícola.

Diseño experimental

Para cada especie y en forma independiente, se realizará un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos y tres repeticiones por cada uno. Cada ensayo constará de 3 mesones de trabajo de una superficie de 1m x 0,8m, en los cuales se dispondrán 3 unidades experimentales, las que consisten en un contenedor de 0,55m x 0,35m, disponiéndose 24 bulbos en cada uno, distanciados a 7 cm entre y sobre hilera.

Para todas las especies se considerará el peso y el perímetro de los bulbos al inicio de cada ensayo como covariable.

Procedimiento

Para todas las especies se utilizará una solución nutritiva ½ Hoagland. La composición de la solución nutritiva será de 2,5 mM KNO₃; 1 mM MgSO₄; 1 mM KH₂PO₄; 2.5 mM Ca (NO₃)₂; 4.6 µM MnCl₂; 23.2 µM H₃BO₃; 0.06 µM Na₂MoO₄; 0.4 µM ZnSO₄; 0.19 µM CuSO₄; 20 µM Fe-EDTA. En ella se ajustará el pH a 5,5.

- Tratamiento Testigo: Los bulbos de cada especie se plantarán en los contenedores plásticos a 5 cm de profundidad utilizando un sustrato a base de turba y arena en proporción 3:1. Se realizará una suplementación nutritiva a través de una solución nutritiva ½ Hoagland, con el objetivo de igualar la fertilidad de las soluciones nutritivas en el sustrato. Se aplicarán 18,6 litros de solución nutritiva en cada contenedor distribuidos en 5 riegos por semana.
- Sistema de Raíz Flotante: Las especies de flores bulbosas se organizarán en contenedores provistos de un sistema de raíz flotante. En la parte superior de los contenedores, será ubicada una plancha de poliestireno que estará perforada cada 7 cm y flotará sobre la solución nutritiva. La solución será continuamente aireada mediante bombas de acuario de flujo controlado y renovada dos veces por semana.
- Sistema de raíz flotante en puntas: Las especies de flores bulbosas se dispondrán en los contenedores que, a diferencia del sistema anterior, serán provistos de una superficie con puntas donde se ubicarán los bulbos. Éstos se mantendrán con un nivel de agua estable a 0,5 cm por sobre el nivel del bulbo, siendo la solución movilizada dos veces al día durante 30 minutos mediante un sistema de bombas que permitirá la recirculación del agua y la oxigenación de las raíces. La solución nutritiva se renovará una vez por semana.

Este procedimiento se mantendrá hasta el momento de la cosecha.

Evaluaciones

Las evaluaciones serán realizadas al momento de la cosecha, la cual será diferida y corresponde al estado de 2 a 3 flores completamente abiertas en el caso de Narcisos.

- Rendimiento: El rendimiento se evaluará contando el número de flores por metro cuadrado.

- Número de días a cosecha: para estimar la precocidad de cada ensayo.
- Largo de la vara: Se medirá en centímetros con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el ápice de la flor.
- Diámetro de la vara: Se medirá a través de un piedemetro en la zona media de la vara.
- Color del follaje: Se evaluará mediante el contenido de clorofila obtenido a través lecturas SPAD en la región media superior de las hojas, utilizando un medidor portátil Minolta SPAD-502.
- Estado nutricional mediante medición de pH.
- Consumo hídrico: Se medirá mediante consumo hídrico por periodo del cultivo (L/periodo).
- Consumo energético: Se medirá mediante consumo energético por periodo del cultivo (KW/periodo).

Análisis estadístico

Los resultados de cada ensayo serán evaluados de manera independiente a través de un análisis de varianza (ANDEVA), con un 95% de confianza y en caso de existir diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento serán separadas a través de una prueba de rango múltiple de Tukey.

Diseño de prototipos

Luego de la investigación previa (mediante visitas tecnológicas recabando información bibliográfica, y experiencias nacionales e internacionales) se determinó el uso de dos tipos de sistemas hidropónicos: Raíz flotante y recirculante con puntas. Durante esta fase se realizaron pruebas de materiales y tamaños para buscar el modelo más adecuado para las dimensiones del invernadero y el tamaño de los bulbos a estudiar. El ensayo fue establecido en un invernadero experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, que está construido en vidrio y de dimensiones 3,6 x 6 m. Se realizó un diseño para cada uno de los tipos de sistemas hidropónicos: raíz flotante (Figura 3) y recirculante con puntas (Figura 4), y además se diseñó un sistema convencional (Figura 2) considerando las mismas dimensiones de los sistemas hidropónicos para que los tratamientos fueran comparables. Se realizó también un levantamiento en 3D para facilitar la construcción de cada uno de los sistemas (Figura 1).



Figura 1. Imágenes en 3D correspondiente a la simulación de un sistema tradicional, raíz flotante (superior) y sistema recirculante en punta (inferior).

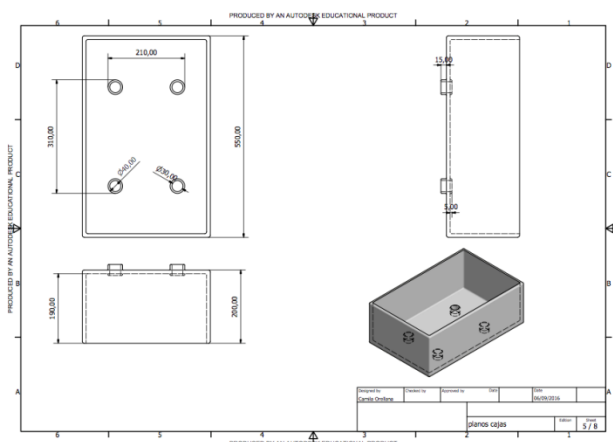


Figura 2. Plano contenedor correspondiente a sistema tradicional

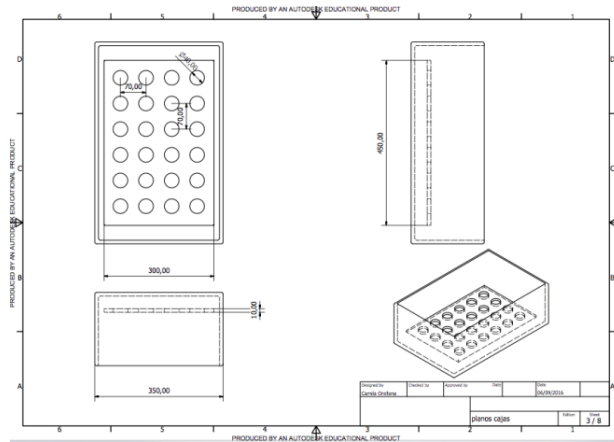


Figura 3. Plano contenedor correspondiente a sistema hidropónico raíz flotante

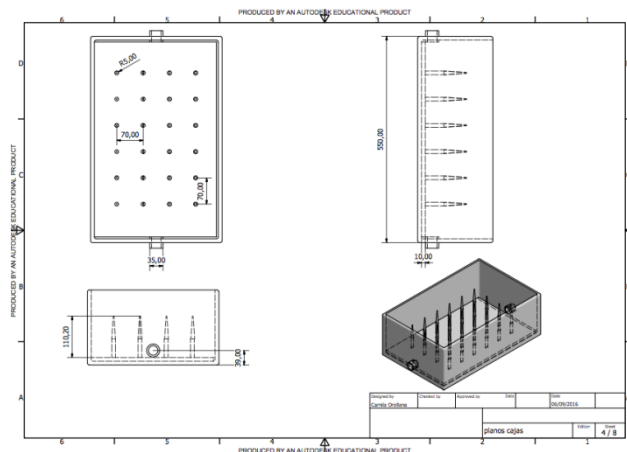


Figura 4. Plano contenedor correspondiente a sistema hidropónico recirculante con punta

RESULTADOS

Resultados ensayo Narciso

Los resultados del ensayo en la especie Narciso, indican que efectivamente existe una disminución significativa del ciclo productivo al utilizar sistemas hidropónicos, en comparación con un sistema tradicional (sustrato). Sin embargo, la productividad (varas/m²) permanece relativamente constante. En cuanto a indicadores medioambientales, estos reportaron mejores resultados en sistemas tradicionales, en el caso de consumo hídrico y mejores resultados en sistema hidropónico para consumo energético, aunque sin considerar aun la puesta a punto del sistema de recirculación del agua. Los resultados en detalle, se exponen a continuación:

Rendimiento (flores/m²)

Se obtuvieron valores de rendimiento similares en los 3 casos, el tratamiento testigo registró 103,8 varas/m², el de raíz flotante 100,43 varas/m² y finalmente el sistema en puntas 86,5 varas/m² (Figura 5). La disminución en el rendimiento se debió a que algunos bulbos no presentaron floración debido a tres razones: aborto floral, permanencia en estado vegetativo del brote, o simplemente por no brotación del bulbo. Se está evaluando si la disminución del rendimiento en el sistema de puntas responde a una casualidad o si efectivamente este sistema pudo haber dañado físicamente el bulbo al momento de introducir la punta en su interior.

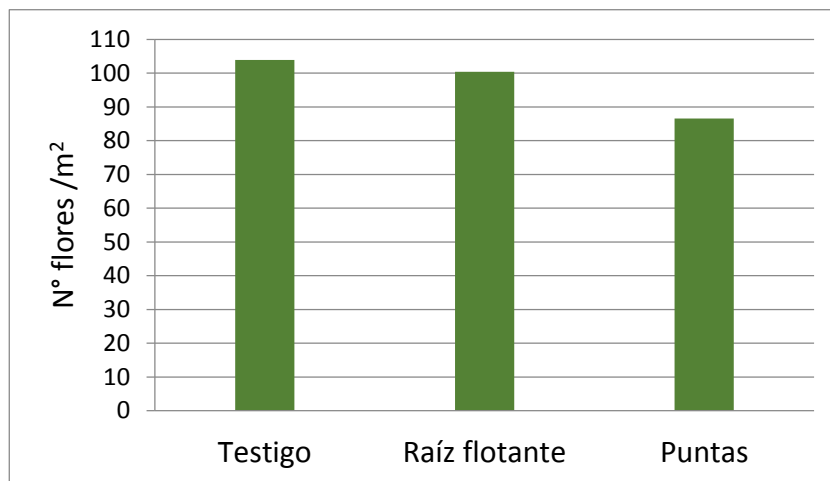


Figura 5. Número de varas obtenidas por metro cuadrado para cada tratamiento aplicado a la producción flores de narciso var. 'Paperwhite'.

Número de días a cosecha

En el caso de los días a cosecha se observó una clara diferencia entre los 3 tratamientos. El tratamiento testigo registró el ciclo productivo significativamente más largo que los tratamientos utilizando sistemas hidropónicos, con una duración de 21,5 días. El sistema en puntas obtuvo el ciclo más corto con 15,92 días, presentando diferencias significativamente estadísticas con el tratamiento testigo y el sistema de raíz flotante (Figura 6). Se sugiere que en el sistema hidropónico, al estar las raíces en contacto directo con la solución nutritiva, se facilita la absorción de nutrientes y por lo tanto se acelera el ciclo productivo.

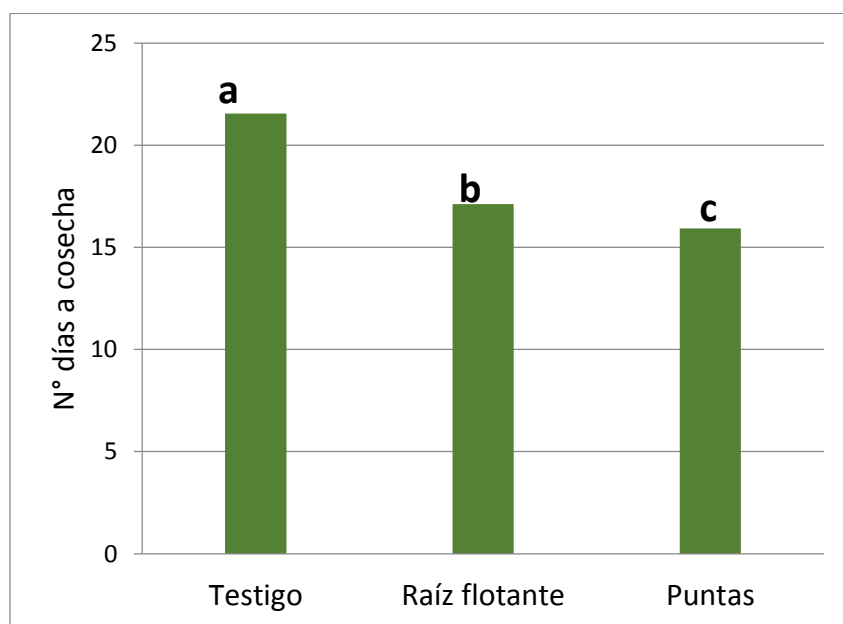


Figura 6. Número de días a cosecha obtenido para cada tratamiento aplicado a la producción flores de narciso var. 'Paperwhite'.

Largo de Vara

En este caso, el tratamiento testigo obtuvo la mayor longitud de tallo (33,97 cm), presentando diferencias significativas con los otros tratamientos. El sistema en puntas obtuvo el tallo más corto a cosecha, presentando un valor promedio de 27,33 cm (Figura 7). La prolongación del ciclo productivo del testigo pudo haber colaborado para que la vara alcanzara una mayor longitud, en comparación con los sistemas hidropónicos, en donde el aceleramiento del desarrollo pudo haber afectado el crecimiento de la vara.

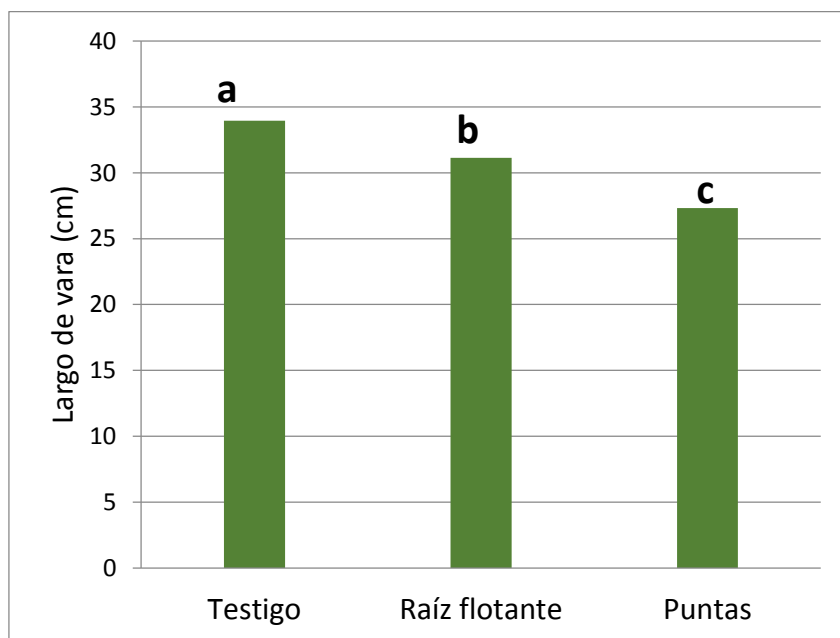


Figura 7. Largo de vara en centímetros obtenido para cada tratamiento aplicado a la producción flores de narciso var. 'Paperwhite'.

Diámetro de vara

Para diámetro de vara se obtuvo mejores resultados utilizando sistemas hidropónicos versus un tratamiento testigo, obteniéndose diferencias significativas, con valores de 11,04 y 11,12 mm para sistemas hidropónicos en comparación con los 9,73 mm en un sistema tradicional. Es posible que la facilidad en cuanto a absorción de nutrientes que presenta el sistema hidropónico, colabore a la obtención de varas más firmes y de mayor diámetro (figura 8).

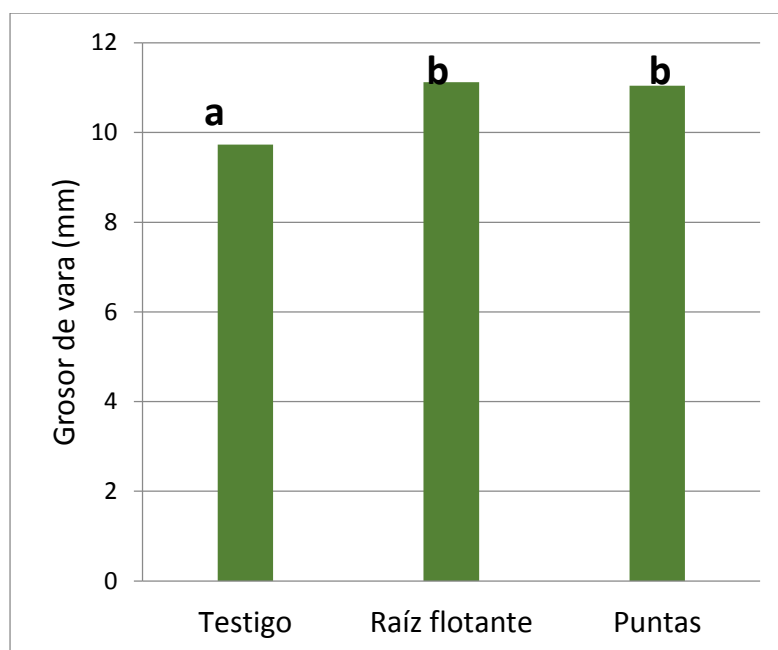


Figura 8. Diámetro de vara en milímetros obtenido para cada tratamiento aplicado a la producción flores de narciso var. 'Paperwhite'.

Valor SPAD

El valor SPAD estima el contenido de clorofila en las hojas y, como se esperaba, no se encontraron diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos utilizados. Todos los valores estuvieron entre 66 y 73, como se observa en la figura 9. Se confirma que el sistema de cultivo no afecta la producción de clorofila en las hojas, particularmente cuando se evalúa en cultivos de ciclo tan corto.

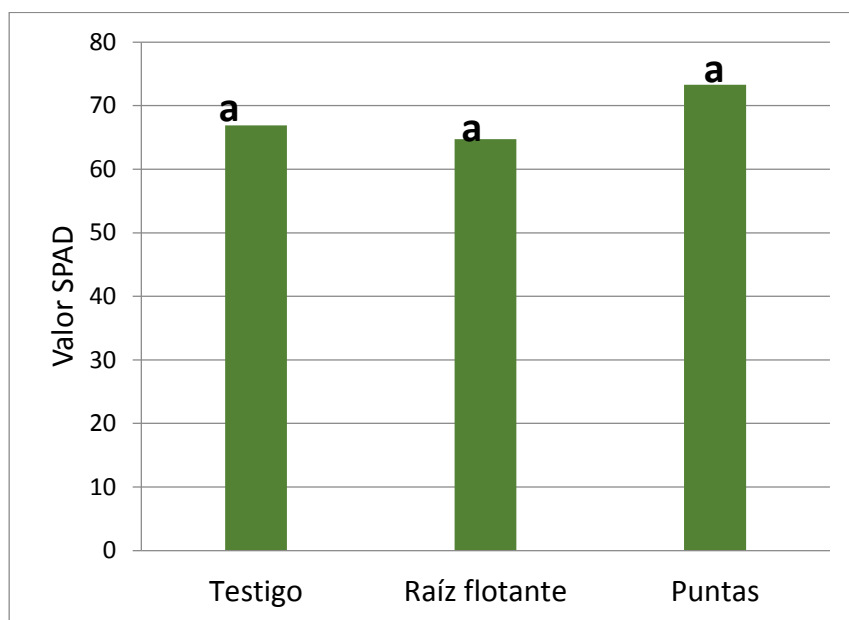


Figura 9. Color de follaje, expresado en valor SPAD obtenido para cada tratamiento aplicado a la producción flores de narciso var. 'Paperwhite'.

Estado nutricional (pH)

Para la medición de pH de la solución utilizada en los sistemas hidropónicos se observa una variación similar en ambos casos a través de los días. Se observa además una disminución considerable en los días 6 y 13, correspondiente al recambio de solución. Sin embargo, se observa que el sistema con puntas presenta un aumento más rápido del pH, lo que debería estar asociado a la absorción de NO_3^- desde la solución. Esto podría explicar el acelerado crecimiento que presentó el sistema en puntas en comparación con el sistema de raíz flotante (Figura 10).

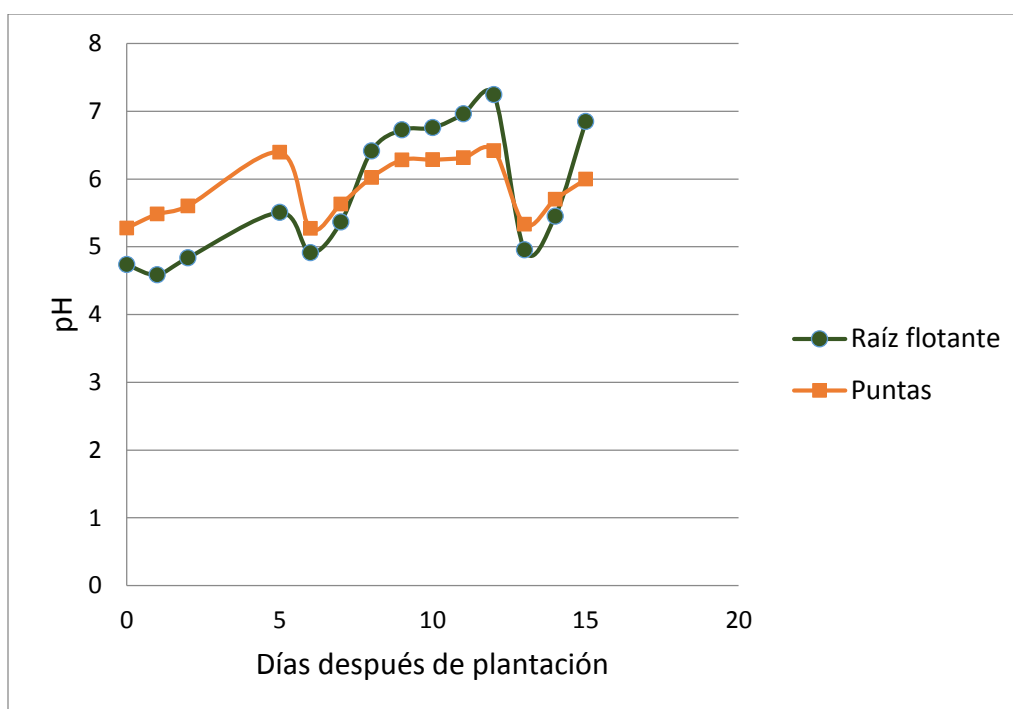


Figura 10. Evolución del valor de pH obtenido de solución nutritiva utilizada en cada tratamiento aplicado a la producción flores de narciso var. 'Paperwhite'.

Consumo hídrico (L/periodo)

El consumo hídrico en el caso de los tratamientos con sistema hidropónico fue mayor que para el tratamiento testigo. Se obtuvieron valores de 55,8 L en el caso de sistemas hidropónicos versus 30,6 L en uno tradicional. Sin embargo, debido a que estamos aún en un periodo de estudio, el agua de los sistemas hidropónicos debió ser reemplazada semanalmente para realizar las evaluaciones químicas y mantener la solución inicial. En una etapa posterior se espera poder ajustar este sistema para que se pueda recircular (en sistema recirculante en puntas) o mantener el agua (en sistema raíz flotante) durante todo el ciclo del cultivo. De este modo se espera que se cumpla el supuesto de que el sistema hidropónico presenta una menor demanda hídrica que el sistema convencional (Figura 11).

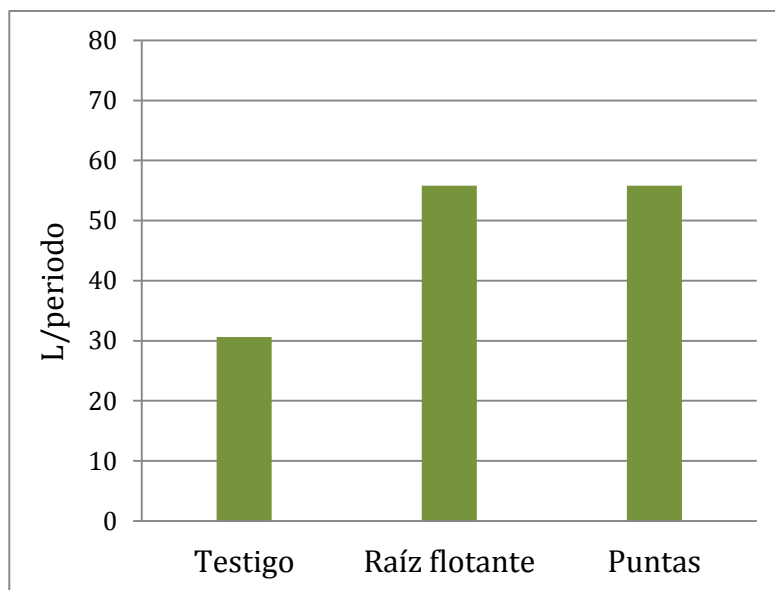


Figura 11. Consumo hídrico (L/periodo) demandado por cada tratamiento aplicado a la producción flores de narciso var. 'Paperwhite'.

Consumo energético

En el caso del consumo energético se obtuvo una disminución de éste en comparación con un tratamiento testigo, el cual tuvo un consumo de 231 KW en comparación a los 180,54 y 160,27 KW obtenidos por los sistemas hidropónicos. Este resultado se debió principalmente a la prolongación del ciclo productivo en el tratamiento testigo, lo que significó un mayor costo energético de mantención de las condiciones ambientales del invernadero (Figura 12).

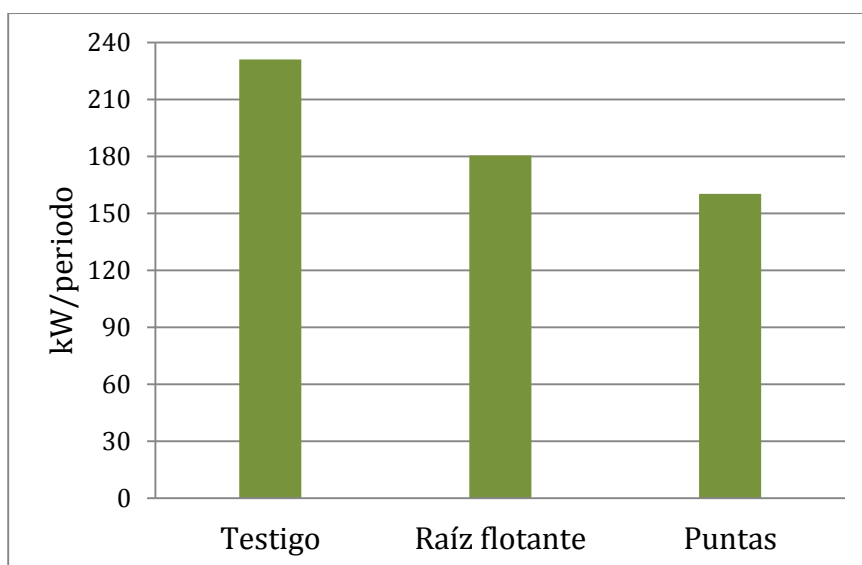


Figura 12. Consumo energético (KW/periodo) demandado por cada tratamiento aplicado a la producción flores de narciso var. 'Paperwhite'.

NARCISO: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 13. Estado del ensayo con narciso al día 0. Sistema recirculante en puntas (A), raíz flotante (B) y tradicional (C).

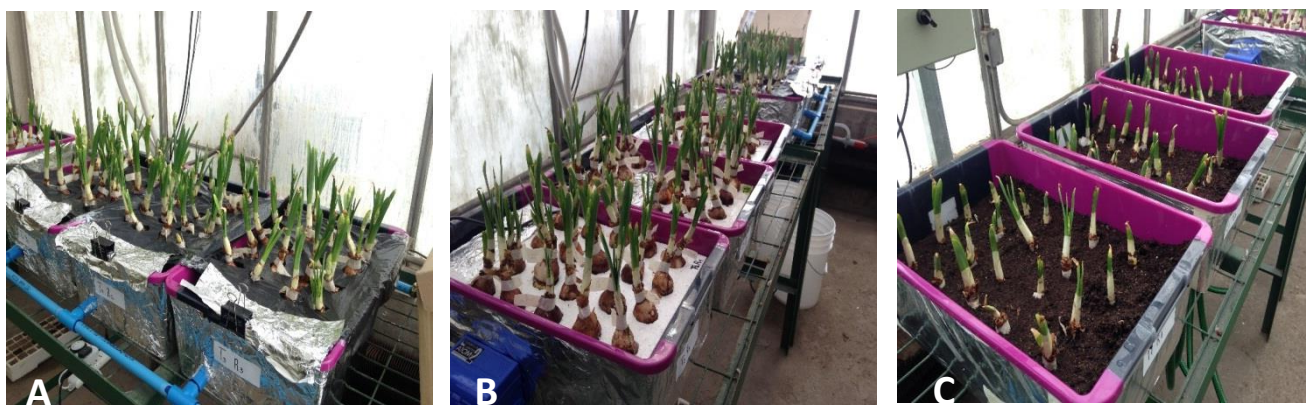


Figura 14. Estado del ensayo con narciso al día 8. Sistema recirculante en puntas (A), raíz flotante (B) y tradicional (C).



Figura 15. Estado del ensayo con narciso, sistema recirculante en puntas al día 20 (A). Dos flores completamente abiertas, usadas como índice de cosecha para todos los ensayos (B).

Resultados ensayo Lilium

Los resultados de este ensayo, fueron que se encontró un mayor crecimiento y desarrollo del tratamiento testigo, es decir el que se encontraba en sustrato convencional. El resultado de este ensayo se puede deber a que en el caso del sistema recirculante en puntas, los soportes de los bulbos, al ir enterrados en los bulbos pudieron dañarlos y además no lograban soportar de manera efectiva los bulbos, esto se puede deber a que los bulbos son del tipo escamoso, a diferencia de la especie narciso, lo que no permitiría un agarre efectivo de los mismo. (Figura 16). Por otro lado, el tratamiento con el sistema raíz flotante, al dejar los tallos expuestos sobre la plancha de poliestireno expandido, no permitió que las raíces adventicias alcanzaran los nutrientes y agua de la solución.

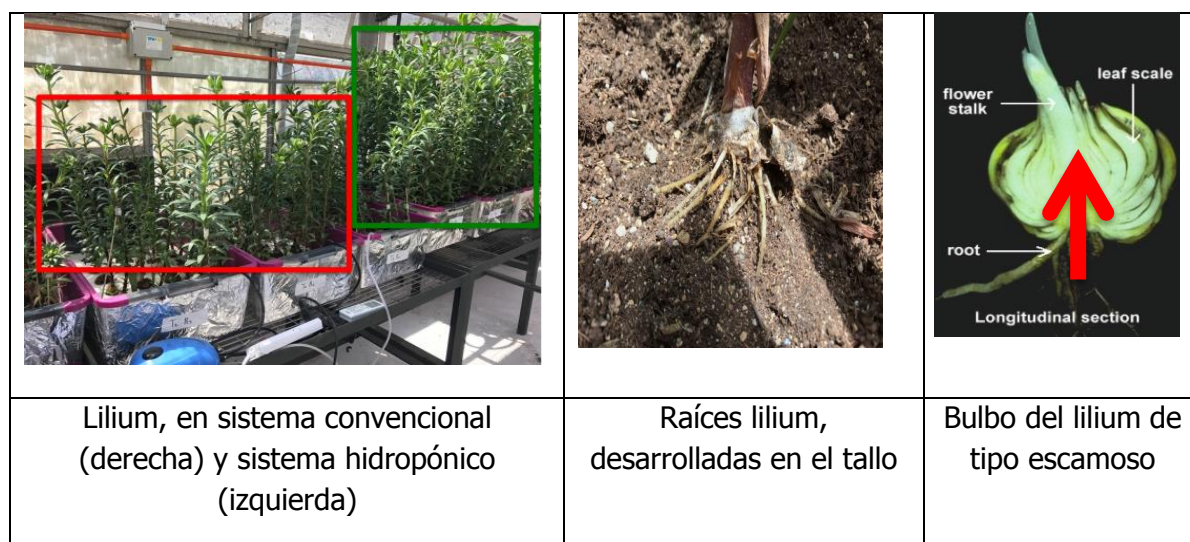


Figura 16. Estado de ensayo comparación visual entre tratamientos, raíces y bulbo de una planta de lilium.

Resultados ensayo fresia

En cuanto al ensayo con la especie fresia, a pesar de que se puso en marcha con los diferentes tratamientos, no se logró obtener desarrollo aéreo de las plantas. Esto se puede atribuir posiblemente a un almacenamiento prolongado de los cormos, ya que estos se encontraban en estado de dormancia. También se pudo observar la presencia de hongos en el material vegetal, lo que fue aislado identificado como *Penicillium*, lo que nos indicaría que los cormos no se encontraban inicialmente en un buen estado fitosanitario. Por estas razones, no se pudo obtener resultados concretos para esta especie.

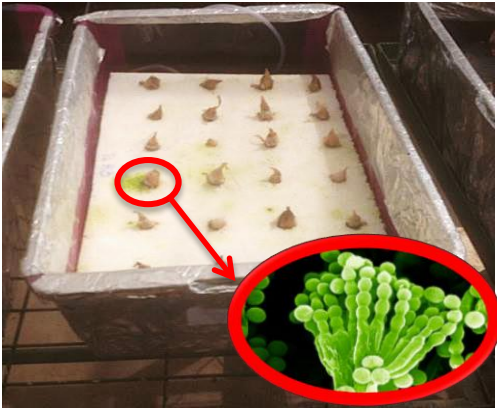
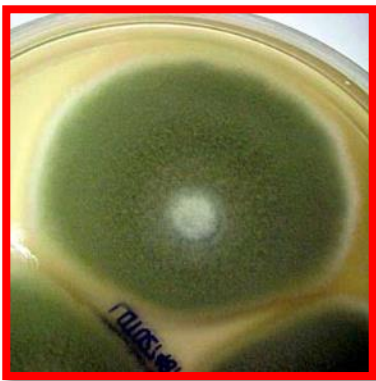
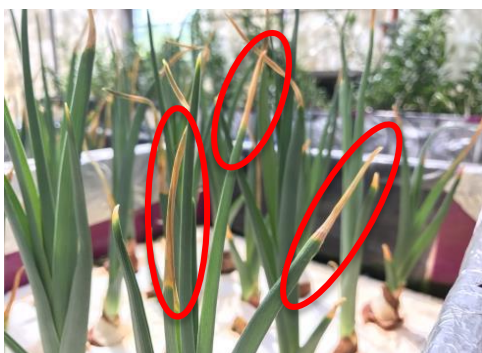
	
Ensayo de fresia, con presencia de hongos	Aislamiento muestra presencia de <i>Penicillium</i>

Figura 17. Estado de ensayo fresia.

Resultados ensayo Iris

En el ensayo para la especie Iris, luego de la implementación, se observó crecimiento aéreo, hasta el día 24 con el desarrollo de la planta, obteniendo quinta hoja verdadera. Luego el crecimiento se detiene y se observa en las puntas de las hojas coloración amarilla y seca, esto se produjo para los diferentes tratamientos. Esto puede deberse a problemas de déficit nutricional, toxicidad de algún mineral que constituye la solución nutritiva o inclusive golpe de sol, por la época en la que se montaron los ensayos.



Coloración amarilla y seca en puntas de las hojas de Iris

Figura 18. Estado de ensayo Iris día 24.

Resultados ensayo Clavel

Como fue expuesto con anterioridad, no fue posible conseguir bulbos de tulipán para el ensayo, encontrándose fuera de temporada, por lo que se optó por utilizar como especie el clavel, como una manera de ver los resultados en una especie no bulbosa y comparar con las especies que si son bulbosas. Los resultados para esta especie no han sido concluyentes para determinar el mejor sistema hidropónico, por haber presentado problemas de tipo técnico (morfo- fisiológico, nutricional y fitopatológicos), no llegando a floración, por lo que no fue posible evaluar alguno de los parámetros en estudio.

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden obtener del experimento hidropónico son las siguientes:

- Los cultivos hidropónicos de flores reduce el tiempo de plantación a cosecha.
- Flores producidas en el cultivo convencional alcanzan mayor crecimiento (largo de vara y peso fresco).
- Sistema 'puntas' comienza a absorber nitratos de manera anticipada: logrando un desarrollo más acelerado.
- Pueden ocurrir variaciones de rendimiento según la morfología según la especie con la cual se trabaje. Existen especies como el liliium, que genera raíces adventicias las que deben tener un soporte adecuado, para entrar en contacto con la solución.
- El uso del sistema de puntas, dependiendo del tamaño, no siempre da un adecuado sostén a los bulbos, y estos pueden ser dañados si no se insertan en forma correcta.
- El estado fitosanitario debe ser considerado, ya que los bulbos se encuentran expuesto a soluciones que podrían propiciar el desarrollo de microorganismos afectando el normal desarrollo de las plantas.

ANEXO N° 2:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

**ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO
PARA LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE NARCISO**

PROFESIONAL A CARGO:

RODRIGO ROMERO SEGUEL

INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se realizó el análisis de la viabilidad económica del negocio del cultivo de narciso en tres sistemas de producción en invernadero para la pequeña agricultura chilena en el marco “Estudios y proyectos de innovación en agricultura sustentable” de FIA. La especie seleccionada fue *Narcissus triandus* L. variedad Paperwhite; mientras que los sistemas seleccionados fueron suelo, hidroponía raíz flotante e hidroponía recirculante en puntas. Además, se efectuó un análisis económico del negocio de tulipán en dos sistemas productivos con el objetivo de comparar ambas especies.

Para la elaboración del informe se utilizaron una serie de supuestos para narciso y tulipán en los distintos sistemas productivos, detallados a continuación:

- La evaluación económica fue efectuada para un plazo de 10 años, en base a los antecedentes bibliográficos consultados (Carrasco, 2005; FIA, 2008).
- La moneda utilizada fue el peso chileno a la fecha de noviembre 2016.
- Para la actualización de los flujos de caja se asume una tasa de descuento de 15%.
- No se consideró el impuesto a la renta de primera categoría al resultado bruto, ya que se asume que los productores tributan en régimen de renta presunta.
- Debido a que la evaluación económica está desgravada, los gastos no desembolsables (depreciaciones) no fueron considerados en el presente estudio.
- No se incluyó la inversión en capital de trabajo por el corto ciclo productivo y de comercialización del negocio de los distintos sistemas productivos.
- Se asume un ítem de imprevistos correspondiente al 3% de la suma entre costos de producción, costos fijos e inversión.

1 NARCISO

1.1 Cultivo de narciso en suelo

1.1.1 Ingresos

Los ingresos de cada año fueron calculados mediante la multiplicación de la producción y el precio correspondiente a cada año.

1.1.1.1 Producción

La producción dentro de un año fue determinada mediante la multiplicación entre la producción total de varas obtenidas durante un ciclo productivo por el número de ciclos productivos posibles durante el año. Estos valores fueron estimados a partir de pruebas empíricas realizadas en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile en una superficie representativa, para luego ser extrapolados a un área de 1.000 m². La producción total obtenida fue de 103.896 varas por ciclo, lo que significó una pérdida del 16,67% con respecto al máximo teórico dado por el total de plantas (124.675). Por otra parte, el número de ciclos dentro de un año fue determinado dividiendo el periodo disponible para el cultivo del narciso dentro de un año (desde el 15 de junio hasta el 31 de septiembre) por la duración del ciclo (22 días), más un periodo de descanso destinado a realizar las labores culturales previas al inicio de un nuevo ciclo productivo (6 días). Se asume que la producción y duración del ciclo es constante en el tiempo. La siguiente expresión matemática detalla lo explicado:

$$A = B / (C + D)$$

Donde,

A: número de ciclos productivos dentro de un año [ciclos]

B: periodo disponible para el cultivo del narciso dentro del año [días]

C: duración del ciclo [días]

D: periodo de descanso [días]

De la fórmula anterior se obtiene que el cultivo de narciso en suelo alcanza 3 ciclos productivos durante 1 año.

Por otra parte, no se establecieron pérdidas de rendimiento por el sistema de monocultivo debido a la existencia de un periodo de barbecho, el cual permitiría reducir la presencia de plagas y enfermedades por la ausencia de alimento, depredación o deterioro natural; y por la incorporación de materia orgánica, asociada a un mantenimiento de la productividad. No obstante, es necesario declarar que dicho supuesto sólo se sustenta en teoría, por lo que no se puede descartar de manera absoluta un efecto negativo en el rendimiento.

1.1.1.2 Precio

Dada la alta variabilidad del precio durante el año, se estableció un precio promedio por vara de \$650, asumiendo que el cultivar es novedoso en el mercado objetivo.

1.1.2 Costos de producción

Los costos de producción están compuestos por la mano de obra, insumos y maquinaria.

1.1.2.1 Mano de obra

Los costos asociados a la mano de obra fueron definidos utilizando el análisis de viabilidad económica de FIA (2008) para el negocio de tulipán, producción que se asume similar a la de narciso. El valor de la jornada hombre (JH) se estipuló en \$12.000.

1.1.2.2 Insumos

El costo de los agroquímicos (pesticidas, herbicidas y fertilizantes) fue obtenido mediante la actualización de los valores (a través del IPC), recuperados de FIA (2008). Por otra parte, el costo del material vegetal fue consultado en la empresa Paz y Flora. El valor de cada bulbo fue de \$550. Debido a que la cotización fue realizada para 100 bulbos, se asume que el costo real es menor, estableciéndolo en \$450.

El costo de la incorporación de la materia orgánica al suelo fue obtenido mediante entrevista personal al académico de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad

de Chile, el Dr. Óscar Seguel, quien definió según criterios técnicos la necesidad de incorporar cada año 800 kg, dando como resultado un costo de \$50.000 anual.

Para el cálculo del consumo energético se utilizaron los precios obtenidos por Chilquinta Energía S. A., donde la tarifa base corresponde a \$1.154,167 al mes y a \$105,651/kWh. Dentro del año sólo 4 meses son productivos.

1.1.2.3 Maquinaria

El costo de maquinaria fue obtenido mediante la actualización de los datos presentados por Santander (2009) para una superficie efectiva de 1.000 m².

1.1.3 Costos fijos

Los costos fijos están determinados por una asesoría técnica de un agrónomo de INDAP cada quince días, la cual tiene un precio de \$13.000 cada una. Considerando que el periodo productivo es desde el 15 de junio hasta el 30 de septiembre, el valor total de las asesorías técnicas es de \$ 91.000.

1.1.4 Inversión

La inversión está compuesta por el invernadero, el sistema de riego y la bomba de espalda. El valor del invernadero fue obtenido mediante la actualización del valor presentado por Córdova (2005) para una superficie de 1.500 m². En éste se considera una reinversión de la cubierta cada dos años por término de vida útil. A su vez, el valor del sistema de riego fue consultado a Manto Verde SPA para una superficie efectiva de 1.000 m². Se considera una reinversión de las cintas de riego cada dos años por término de vida útil.

1.1.5 Valor de desecho

El valor de desecho alcanzó un valor de \$1.505.111, correspondiente a la estructura del invernadero.

1.1.6 Flujo de caja

El flujo de caja del negocio se detalla en el Anexo 1.

1.2 Cultivo de narciso hidropónico raíz flotante en invernadero

1.2.1 Ingresos

Los ingresos de cada año fueron calculados mediante la multiplicación de la producción y el precio correspondiente a cada año.

1.2.1.1 Producción

La producción dentro de un año fue determinada utilizando la misma fórmula y supuestos empleados en el cultivo de narciso en suelo y con datos resultantes de pruebas empíricas realizadas en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile en una superficie representativa. La producción total se estimó en 100.432 varas por ciclo, lo que significó una pérdida del 19,44% con respecto al máximo teórico. Por otra parte, la duración del ciclo se estableció en 18 días y el periodo de descanso, 6 días; alcanzando 4 ciclos productivos durante 1 año.

1.2.1.2 Precio

Pese a que existen diferencias estadísticamente significativas en el largo y grosor de la vara, el precio fue establecido igual que para la producción de narcisos en suelo, ya que se asume que dichas desemejanzas no son suficientes para generar diferencias comerciales.

1.2.2 Costos de producción

Los costos de producción están compuestos por mano de obra e insumos.

1.2.2.1 Mano de obra

Los costos asociados a la mano de obra fueron definidos utilizando la misma referencia bibliográfica utilizada en el cultivo de narciso en suelo, exceptuando la mano de obra utilizada en preparación de suelo.

1.2.2.2 Insumos

El costo de los agroquímicos (pesticidas y herbicidas) y del material vegetal fue obtenido de la misma fuente que el cultivo de narciso en suelo. Por otra parte, el costo de la solución

nutritiva fue determinado experimentalmente y consultado a la empresa Merck. Es oportuno exponer que en el trabajo práctico no se evaluaron dosis más bajas de solución nutritiva que podrían alcanzar rendimientos estadísticamente similares, asumiendo que el bulbo posee nutrientes de reserva. Además, es preciso establecer que existen sustitutivos comerciales de menor valor que los empleados en el experimento. Ambas consideraciones pueden tener un impacto considerable en la disminución del costo de esta variable.

Para el cálculo del consumo energético se utilizaron los precios obtenidos por Chilquinta Energía S. A., donde la tarifa base corresponde a \$1.154,167 al mes y a \$105,651/kWh. Dentro del año sólo 4 meses son productivos.

El valor de las bandejas de poliestireno que cubre los contenedores fue calculado mediante la actualización de los valores presentados por Córdova (2005) para una superficie efectiva de 1.000 m².

1.2.3 Costos fijos

Los costos fijos corresponden a la asesoría técnica de un agrónomo de INDAP, al igual que en el cultivo de narciso en suelo.

1.2.4 Inversión

La inversión está compuesta por el invernadero, la bomba de espalda, las mesas hidropónicas y el sistema de conducción y oxigenación del agua.

El valor del invernadero y la bomba de espalda se determinaron iguales al del cultivo de narciso en suelo. Por otra parte, la inversión en contenedores hidropónicos fue obtenida mediante la actualización de los valores presentados por Córdova (2005) para una superficie efectiva de 1.000 m². Se determinó una reinversión de las cubiertas de plástico de las mesas cada dos años por fin de vida útil.

El valor del sistema de conducción y oxigenación de agua fue calculado actualizando los valores de Córdova (2005). Éste consiste en la distribución y recirculación de agua por una bomba a través de cañerías de PVC hidráulico. La oxigenación se consigue mediante un diferencial de altura que provoca la caída de agua, generando burbujas.

1.2.5 Valor de desecho

El valor de desecho corresponde al mismo valor obtenido en la producción de narciso en suelo.

1.2.6 Flujo de caja

El flujo de caja del negocio se detalla en el Anexo 2.

1.3 Cultivo de narciso hidropónico en puntas en invernadero

1.3.1 Ingresos

Los ingresos de cada año fueron calculados mediante la multiplicación de la producción y el precio correspondiente a cada año.

1.3.1.1 Producción

La producción dentro de un año fue estimada mediante ensayos empíricos realizados en un área representativa en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile y utilizando la misma fórmula y supuestos ocupados en el cultivo de narciso en suelo e hidropónico raíz flotante. El total fue de 86.580 varas por ciclo, lo que significó una pérdida del 30,56% con respecto al máximo teórico. Dicha disminución se responde, principalmente, por el daño en la zona de inserción del bulbo. Por otra parte, la duración del ciclo se estableció en 16 días y el periodo de descanso en 6 días; alcanzando 4 ciclos productivos durante 1 año.

1.3.1.2 Precio

El precio por vara fue establecido igual que para la producción de narcisos en suelo e hidropónico raíz flotante, pese a que presenta diferencias estadísticamente significativas en el largo de vara con los otros sistemas y en el grosor de la misma con el sistema en suelo, ya que se asume que no generan disimilitudes en el valor comercial del producto.

1.3.2 Costos de producción

Los costos de producción están compuestos por mano de obra e insumos.

1.3.2.1 Mano de obra

Los costos asociados a la mano de obra fueron definidos utilizando la misma referencia bibliográfica utilizada en el cultivo de narciso hidropónico raíz flotante.

1.3.2.2 Insumos

El costo de los agroquímicos (pesticidas y herbicidas) y del material vegetal fue obtenido de la misma fuente que el cultivo de narciso en suelo; asumiendo los mismos supuestos. Por otra parte, el costo de la solución nutritiva fue determinado experimentalmente y consultado a la empresa Merck. Al igual que para el negocio de narciso hidropónico raíz flotante en invernadero, no se evaluaron dosis más bajas de solución nutritiva que podrían alcanzar rendimientos estadísticamente similares. Asimismo, es pertinente establecer que existen sustitutivos comerciales de menor valor que los empleados en el experimento. Ambas consideraciones pueden tener un impacto considerable en la disminución el costo de esta variable.

Para el cálculo del consumo energético se utilizaron los precios obtenidos por Chilquinta Energía S. A., donde la tarifa base corresponde a \$1.154,167 al mes y a \$105,651/kWh. Dentro del año sólo 4 meses son productivos.

1.3.3 Costos fijos

Los costos fijos corresponden a la asesoría técnica de un agrónomo de INDAP, al igual que en el cultivo de narciso en suelo e hidroponía raíz flotante.

1.3.4 Inversión

La inversión está compuesta por el invernadero, la bomba de espalda, el sistema de conducción y oxigenación del agua, las mesas hidropónicas y el soporte mecánico en puntas.

El valor del invernadero, la bomba de espalda, los contenedores hidropónicos y el sistema de conducción y oxigenación de agua se establecieron como iguales al del cultivo de narciso en hidropónico raíz flotante. En tanto, el costo del soporte mecánico en la fase experimental fue de \$700 las 12 puntas plásticas. No obstante, dicho valor fue obtenido para un número evidentemente menor de plantas que el real, estableciéndose así en \$20 cada punta plástica. Se determinó una reinversión del soporte mecánico cada tres años por término de la vida útil.

1.3.5 Valor de desecho

El valor de desecho corresponde al mismo valor obtenido en la producción de narciso en suelo e hidropónico raíz flotante más el soporte mecánico.

1.3.6 Flujo de caja

El flujo de caja del negocio se detalla en el Anexo 3.

2 TULIPÁN

2.1 Cultivo de tulipán en suelo

2.1.1 Ingresos

Los ingresos de cada año fueron calculados mediante la multiplicación de la producción y el precio correspondiente a cada año.

2.1.1.1 Producción

La producción dentro de un año fue determinada utilizando la misma fórmula y valores de rendimientos ocupados para el cultivo de narciso en suelo. El periodo disponible para el cultivo de tulipán comprende desde el 15 de mayo hasta el 15 de septiembre. A su vez, la duración del ciclo se definió en 34 días, considerando la información recogida en la gira tecnológica a Holanda durante abril de 2016 en el marco de este proyecto, más un periodo de descanso (6 días) destinado a realizar las labores culturales previas al inicio de un nuevo ciclo productivo, resultando en 3 ciclos productivos durante 1 año. Por otra parte, tampoco se establecieron pérdidas de rendimiento por el sistema de monocultivo.

2.1.1.2 Precio

El precio promedio por vara fue establecido en \$600, asumiendo un precio de mercado fluctuante entre \$5.000 y \$7.000 el paquete de 10 unidades.

2.1.2 Costos de producción

Los costos de producción se determinaron igual que los considerados para el negocio de narciso en suelo, a excepción del material vegetal que fue establecido en \$145 cada bulbo, cotizado en la empresa Southern Bulbs Trading Ltda., y el costo en energía eléctrica, debido a que el periodo disponible para el cultivo es más extenso que en narciso.

2.1.3 Costos fijos

Los costos fijos están determinados por una asesoría técnica de un agrónomo de INDAP cada quince días. El precio de éstas es de \$13.000 cada una. Considerando que el periodo

productivo es desde el 15 de mayo hasta el 15 de septiembre, el valor total de las asesorías técnicas es de \$ 104.000.

2.1.4 Inversión

La inversión está compuesta por el invernadero, el sistema de riego y la bomba de espalda, al igual que el negocio de narciso en suelo.

2.1.5 Valor de desecho

El valor de desecho alcanzó un valor de \$1.505.111, correspondiente a la estructura del invernadero.

2.1.6 Flujo de caja

El flujo de caja del negocio se detalla en el Anexo 4.

2.2 Cultivo de tulipán hidropónico recirculante en puntas en invernadero

2.2.1 Ingresos

Los ingresos de cada año fueron calculados mediante la multiplicación de la producción y el precio correspondiente a cada año.

2.2.1.1 Producción

La producción dentro de un año fue determinada utilizando la misma fórmula y valores de rendimientos ocupados para el cultivo de narciso en hidropónico recirculante en puntas. El periodo disponible para el cultivo de tulipán comprende desde el 15 de mayo hasta el 15 de septiembre. A su vez, la duración del ciclo se definió en 25 días, utilizando como referencia la disminución porcentual entre la producción de narciso en suelo y narciso hidropónico recirculante en puntas, más un periodo de descanso (6 días) destinado a realizar las labores culturales previas al inicio de un nuevo ciclo productivo, resultando en 4 ciclos productivos durante 1 año.

2.2.1.2 Precio

El precio promedio por vara fue establecido en \$600, considerando el mismo supuesto que en el negocio de tulipán en suelo.

2.2.2 Costos de producción

Los costos de producción se determinaron igual que los considerados para el negocio de narciso hidropónico recirculante en puntas, a diferencia del material vegetal que fue establecido en \$145 cada bulbo, precio que fue consultado a la misma empresa del proyecto de negocio de tulipán en suelo, y el costo en energía eléctrica.

2.2.3 Costos fijos

Los costos fijos corresponden a la asesoría técnica de un agrónomo de INDAP, alcanzando el mismo valor que en el negocio de tulipán en suelo.

2.2.4 Inversión

La inversión está compuesta por el invernadero, la bomba de espalda, las mesas hidropónicas y el sistema de conducción y oxigenación del agua, al igual que el negocio de narciso hidropónico recirculante en puntas.

2.2.5 Valor de desecho

El valor de desecho corresponde al mismo valor obtenido en la producción de narciso hidropónico recirculante en puntas.

2.2.6 Flujo de caja

El flujo de caja del negocio se detalla en el Anexo 5.

CONCLUSIONES

- El negocio de narciso en suelo es viable económicamente, alcanzando un valor actual neto de \$113.542.664, una tasa interna de retorno de 268% y un payback al año 1.
- Asimismo, el negocio de narciso hidropónico raíz flotante es viable económicamente, obteniendo un valor actual neto de \$8.447.253, una tasa interna de retorno de 33% y un payback al año 3.
- Por otra parte, el negocio de narciso hidropónico recirculante en puntas es inviable económicamente, con un valor actual neto de \$-171.612.249, una tasa interna de retorno indeterminada y un payback inexistente dentro del periodo estudiado.
- La inviabilidad económica de este último se debe, principalmente, al menor rendimiento (varas/m²) obtenido en comparación con los otros dos sistemas productivos. En el trabajo experimental se asoció esta respuesta con el daño ocasionado en el bulbo por la inserción de la punta plástica. Por tanto, la labor de inserción del bulbo se convierte en una actividad crítica, la cual si se realiza de manera precisa podría tornar viable dicho proyecto.
- En relación a los costos de producción, el gasto en material vegetal en todos los proyectos de negocio constituye la variable más relevante de los costos de producción, estimándose en 97.9%, 90.3% y 90.7% para el negocio de narcisos en campo, hidropónico raíz flotante e hidropónico recirculante en puntas, respectivamente. Por ende, cualquier variación en el precio por bulbo impactará categóricamente en los flujos de cada negocio.
- Contrastando los proyectos de negocio de narciso y tulipán en suelo, se estableció que ambos son viables económicamente. Sin embargo, la producción de tulipán obtiene un valor actual neto (\$624.959.328) y una tasa interna de retorno (1352%) superior, provocado, esencialmente, por el mayor margen existente entre el precio de venta de vara y el costo del bulbo. En cambio, no se presenciaron diferencias en el periodo de recuperación del capital invertido (año 1).

- Por otra parte, comparando los proyectos de negocio de narciso y tulipán hidropónico recirculante en puntas se comprobó solo en tulipán es viable económicamente, con un valor actual neto de \$527.682.042, una tasa interna de retorno de 761% y un payback al año 1. Dicha discrepancia responde, nuevamente, al margen más alto entre el precio de venta de vara y el costo del bulbo en el negocio de tulipán.
- Por último, es preciso establecer que en este análisis solo se evaluaron variables económicas y, por tanto, no integra el potencial beneficio técnico y ambiental que otorgarían los sistemas hidropónicos a la población objetivo. Por ejemplo, el menor uso del recurso hídrico dentro de un contexto en donde su disponibilidad se ve drásticamente disminuida en ciertos periodos del año y la no utilización del suelo, el que según algunos productores de la zona, presenta altos niveles de salinidad y pH debido a la sobre explotación.

LITERATURA CITADA

Carrasco, G. (2005). Factibilidad técnica económica de la implementación de protocolos de buenas prácticas agrícolas (Eurepgap): estudio de caso en flores de corte (tesis de pregrado). Universidad de Talca, Talca, Chile.

Córdova, R. (2005). Evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calbuco, X Región (tesis de pregrado). Universidad Austral, Valdivia, Chile.

Fundación para la Innovación Agraria. (2008). Resultados y lecciones en cultivo de tulipán. Santiago, Chile: Fundación para la Innovación Agraria.

Santander, C. (2009). Evaluación técnica económica de “habas baby” producidas en la zona central de Chile (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

ANEXO Nº 3

DIFUSIÓN DE RESULTADOS DEL PROYECTO

Este anexo tiene como finalidad, dar cuenta de las principales actividades de difusión realizadas durante el proyecto. Las 6 actividades realizadas son: Charla en Feria APEFLORA 2016, Día de campo demostrativo en la Facultad de Ciencias Agronómicas, Seminario INTA-JICA, Exposición tipo poster en el 67° Congreso Agronómico, Artículo en revista Mundo Agro y Manual técnico-económico, producto generado en este proyecto.

Como primera actividad de difusión a los resultados obtenidos en este estudio se realizó una charla en la Feria del Rubro Floricultor (APEFLORA), el 30 de agosto de 2016, en la Ilustre Municipalidad de Maule. En ella se expusieron las ventajas de la producción hidropónica de flores de corte, como una alternativa para disminuir el consumo hídrico y energético y los problemas asociados a altas conductibilidades eléctricas en el suelo provocados por exceso de aplicación de agroquímicos. Se expusieron experiencias tanto nacionales como internacionales y se dieron a conocer los resultados preliminares de los primeros ensayos en ejecución (Figura 1). En esta actividad participaron alrededor de 400 personas.





Figura 1. Fotos de actividad en la Feria del Rubro Floricultor (APEFLORA),

Como segunda actividad de difusión de los resultados obtenidos en este estudio, se realizó un día de campo demostrativo, el 16 de noviembre de 2017, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. En esta actividad se expusieron experiencias tanto nacionales como internacionales, conceptos nutricionales asociados al cultivo de flores de corte, se dieron a conocer los resultados preliminares de los ensayos tanto en narciso como lilium, y los asistentes visitaron los ensayos hidropónicos en invernadero (Figura 2). En esta actividad asistieron 46 personas.





Figura 2. Fotos de la actividad día de campo demostrativo.

Otras actividades realizadas durante el proyecto, en las cuales se dio a conocer el uso de la hidroponía fueron, un seminario, en el que participaron aproximadamente 20 personas, con motivo de la visita de la Dra. Silvina Soto, investigadora del Instituto de Floricultura (INTA) de Buenos Aires, junto a ejecutivas de la Cancillería Argentina y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). La presentación expuesta estuvo a cargo de la Ing. Agr. Karina Orellana (Figura 3). La segunda actividad, se trató de la participación de la tesista Macarena Bustos, en el 67° Congreso Agronómico de la Sociedad Agronómica, el día 29 de noviembre, en esta reunión asistieron más 120 personas, en esta actividad dio a conocer a los asistentes los dos sistemas hidropónicos vistos en este proyecto, con la especie narciso (Figura 4).



Figura 3. Imagen de la actividad Seminario INTA-JICA.

EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS HIDROPÓNICOS EN NARCISO

D. Aros¹, J. Covarrubias¹, K. Orellana¹, M. Bustos¹.

¹Facultad de Ciencias de Agronómicas, Universidad de Chile.

Introducción

La producción de flores de corte se ha visto afectada en los últimos años por los cambios que se han verificado en las condiciones climáticas del país. Además, debido al aumento en la salinidad de los suelos como resultado del uso excesivo de fertilizantes, la productividad y calidad de las flores ha mermado considerablemente. Por otra parte, el mercado de las flores de corte en nuestro país es una actividad poco desarrollada. Considerando estos antecedentes, el presente estudio se focalizó en cultivar narcisos en dos sistemas hidropónicos.

Resultados y Discusión

Rendimiento. Los resultados indican que la producción fue de 103,8 varas/m² para el tratamiento testigo, 100,4 varas/m² para el sistema de raíz flotante, y 86,5 en el sistema en puntas, sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. La disminución en el rendimiento se debió a aborto floral, permanencia en estado vegetativo del brote principal, o simplemente por no brotación del bulbo.

Consumo hídrico. El consumo hídrico en el caso de los tratamientos hidropónicos fue mayor que para el tratamiento testigo. Se obtuvieron valores de 55,8 L en el caso de sistemas hidropónicos versus 30,6 L en uno tradicional.

Tabla 1. Evaluación de rendimiento y calidad en plantas de Narciso (*Narcissus triandrus* L.) var. Paperwhite.

	Rendimiento		Calidad	
	Varas/m ²	Nº días a cosecha	Largo vara	Diámetro vara
Testigo	103,8	21,5	33,9	9,7
Raíz flotante	100,4	17,1	31,1	11,1
En puntas	86,5	15,9	27,3	10,9

Materiales y Método

Se implementaron dos sistemas hidropónicos (raíz flotante y sistema recirculante con puntas) y uno tradicional (sustrato), realizando 3 repeticiones de 60 individuos en cada caso. Para todos los ensayos se utilizó una solución nutritiva ½ Hoagland. La cual se renovó una vez por semana.

Rendimiento. Se evaluó contando el número de flores por metro cuadrado.

Largo de la vara. Se midió en centímetros con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el ápice de la flor.

Diámetro de la vara. Se midió a través de un piedemetro en la zona media de la vara.

Consumo hídrico. Se midió mediante consumo hídrico por periodo del cultivo (L/periodo).

Consumo energético. Se midió mediante consumo energético



Fig. 1. Sistema hidropónico de raíz flotante en bulbos de Narciso (*Narcissus triandrus* L.) var. Paperwhite.

Calidad. El tratamiento testigo obtuvo una mayor longitud de tallo (33,97 cm), respecto de los sistemas hidropónicos. En contraste, los sistemas hidropónicos incrementaron el diámetro de vara respecto del testigo, con valores de 11,04 y 11,12 mm para sistema de raíz flotante y de puntas, respectivamente.

Consumo energético. El consumo energético disminuyó en comparación con un tratamiento testigo, el cual tuvo un consumo de 231 KW en comparación a los 180,54 y 180,27 KW obtenidos por los sistemas hidropónicos. Este resultado se debió principalmente a la prolongación del ciclo productivo en el tratamiento testigo.

Conclusiones

Cultivo hidropónico de flores reduce el tiempo de plantación a cosecha aunque, las flores producidas en cultivo convencional alcanzan mayor crecimiento (largo de vara y peso fresco).

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por Fundación para la Innovación Agraria (FIA) EST-2016-0244.



Figura 4. Poster expuesto en panel en el 67º Congreso Agronómico de Chile.

Hacia final del proyecto, se realizaron dos actividades más, que tienen relación primero con la participación por medio de un artículo en la revista Mundo Agro (año 9, Nº 90, publicada el 15 de mayo de 2017). En el cual se expone la hidroponía como una alternativa sostenible para la producción de flores de corte, exponiendo la realidad nacional e internacional, así como los desafíos de este tipo de producción (Figura 5). El artículo también se puede encontrar en formato digital: <http://www.mundoagro.cl/columnas/doble-belleza/>

#FLORCULTURA

DOBLE BELLEZA

LA HIDROPONÍA PUEDE SER UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE CORTE. ¿QUÉ SISTEMAS EXISTEN?

JUAN GONZÁLEZ, AGRÓNOMO

En la actualidad, la producción de flores de corte en hidroponía es una alternativa sostenible y rentable. Los sistemas de cultivo permiten controlar el agua y los nutrientes, lo que resulta en plantas más saludables y con mayor vida útil. Además, la hidroponía reduce el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, lo que es beneficioso para el medio ambiente y la salud humana.

#FLORCULTURA

DOBLE BELLEZA

LA HIDROPONÍA PUEDE SER UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE CORTE. ¿QUÉ SISTEMAS EXISTEN?

JUAN GONZÁLEZ, AGRÓNOMO

En la actualidad, la producción de flores de corte en hidroponía es una alternativa sostenible y rentable. Los sistemas de cultivo permiten controlar el agua y los nutrientes, lo que resulta en plantas más saludables y con mayor vida útil. Además, la hidroponía reduce el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, lo que es beneficioso para el medio ambiente y la salud humana.

#FLORCULTURA

DOBLE BELLEZA

LA HIDROPONÍA PUEDE SER UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE CORTE. ¿QUÉ SISTEMAS EXISTEN?

JUAN GONZÁLEZ, AGRÓNOMO

En la actualidad, la producción de flores de corte en hidroponía es una alternativa sostenible y rentable. Los sistemas de cultivo permiten controlar el agua y los nutrientes, lo que resulta en plantas más saludables y con mayor vida útil. Además, la hidroponía reduce el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, lo que es beneficioso para el medio ambiente y la salud humana.

#FLORCULTURA

DOBLE BELLEZA

LA HIDROPONÍA PUEDE SER UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE CORTE. ¿QUÉ SISTEMAS EXISTEN?

JUAN GONZÁLEZ, AGRÓNOMO

En la actualidad, la producción de flores de corte en hidroponía es una alternativa sostenible y rentable. Los sistemas de cultivo permiten controlar el agua y los nutrientes, lo que resulta en plantas más saludables y con mayor vida útil. Además, la hidroponía reduce el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, lo que es beneficioso para el medio ambiente y la salud humana.

Figura 5. Artículo revista Mundo Agro

La última difusión realizada durante el proyecto, fue la confección de un manual titulado: Factibilidad Técnica y Económica de un Sistema Hidropónico para Flores Bulbosas (Figura 6). Este documento tiene el propósito de ser un manual técnico, que brinde información a los diferentes actores del sector florícola, especialmente pequeños agricultores, sobre la factibilidad técnica y económica del uso de la hidroponía como alternativa sostenible para la producción de flores de corte. En este manual se presentan un estudio de caso para la parte técnica: narciso, y dos casos para la parte económica: narciso y tulipán. Se espera que esta información sea de utilidad para comenzar nuevas iniciativas en este ámbito productivo.

Se imprimieron 215 manuales, los cuales serán destinados a los siguientes lugares/entidades: INDAP Comuna La Ligua (20), INDAP Comuna Calera de Tango (20), Grupo de Investigación en Floricultura de la Universidad de Chile, Curso de Pregrado de Floricultura de la Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile (10), el curso "Formación de Expertos en Horticultura de la región de O'Higgins" ejecutado por la Universidad de Chile (40), el Centro de Extensión Hortícola de la Universidad de Chile (20) y a académicos de la Universidad de Talca, Universidad de la Serena, Pontificia Universidad Católica de Chile y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Nota: Adjunto a este informe, podrán encontrar una copia impresa del manual.



Figura 6. Portada del manual sobre la Factibilidad Técnica y Económica de un Sistema Hidropónico para Flores Bulbosas.