

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

EVALUACIÓN DE FRECUENCIA Y DOS CONCENTRACIONES DE
APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE (BIOZYME ®) EN FLORACIÓN DE
BERENJENAS (*Solanum melongena* L.) PARA REDUCIR LOS COSTOS DEL
CULTIVO.

MAYLINGS ANDREA TORRES CHIHUAICURA

SANTIAGO – CHILE
2013

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

EVALUACIÓN DE FRECUENCIA Y DOS CONCENTRACIONES DE APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE (BIOZYME ®) EN FLORACIÓN DE BERENJENAS (*Solanum melongena* L.) PARA REDUCIR LOS COSTOS DEL CULTIVO.

EVALUATION OF FREQUENCY AND TWO CONCENTRATIONS OF BIOSTIMULANT APPLICATION (BIOZYME ®) IN FLOWERING EGGPLANT (*Solanum melongena* L.) TO REDUCE THE COSTS OF THE CROP.

MAYLINGS ANDREA TORRES CHIHUAICURA

SANTIAGO – CHILE
2013

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

EVALUACIÓN DE FRECUENCIA Y DOS CONCENTRACIONES DE APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE (BIOZYME ®) EN FLORACIÓN DE BERENJENAS (*Solanum melongena* L.) PARA REDUCIR LOS COSTOS DEL CULTIVO.

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero
Agrónomo Mención: Fitotecnia

MAYLINGS ANDREA TORRES CHIHUAICURA

| PROFESOR GUÍA | Calificaciones |
|-----------------------------------------------------------|----------------|
| Sr. Ricardo Pertuzé Concha Ingeniero Agrónomo, Ph.D. | 6,4 |
| PROFESOR EVALUADORES | |
| Sra. Carmen Sáenz Hernández Químico Farmacéutico, Dra. | 5,8 |
| Sr. Thomas Fichet Lagos Ingeniero Agrónomo, Dr. | 5,7 |
| COLABORADOR | |
| Sr. Esteban Órdenes Ingeniero Agrónomo. | |

SANTIAGO – CHILE
2013

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todas las personas que forman parte de mi vida, algunos de ellos ya no están, pero su recuerdo me acompaña siempre. Muchas gracias por lo que me han enseñado.

Gracias mamá por tu apoyo incondicional, por tu fuerza, por tu gran amor.

Francisco, gracias por crecer conmigo, por tu amor y por darme la familia que ahora tenemos.

Alonso, eres mi mayor motivación para concluir esta etapa.

Gracias tías Sonia y Verónica por enseñarme a ver la vida con grandes expectativas, por motivarme desde siempre, por su amor maternal. Gracias a toda mi familia por ayudarme y creer siempre en mi.

Quisiera agradecer a los amigos que encontré en la universidad, todos ustedes son parte importante de este proceso, gracias por su amistad, compañía, alegría y ayuda en todo momento. Gracias a los amigos que fueron parte de un proyecto muy importante en mi vida, proyecto que aún vive en nuestra Facultad.

A mi profesor guía Ricardo Pertuzé, por toda la ayuda que me entregó para finalizar esta memoria, gracias por su infinita paciencia, buena disposición y motivación.

A don Luis Leiva y don Carlos Moreno, por todo el apoyo y preocupación en la realización de mi ensayo, gracias por recibirme como un miembro más de sus familias.

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------------------------|-----------|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| <i>Hipótesis</i> | 6 |
| <i>Objetivos</i> | 6 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 7 |
| <i>Ubicación del ensayo</i> | 7 |
| <i>Características del suelo</i> | 7 |
| <i>Características climáticas</i> | 7 |
| Materiales | 7 |
| <i>Material vegetal</i> | 7 |
| <i>Producto evaluado</i> | 8 |
| Metodología | 8 |
| <i>Tratamientos y diseño experimental</i> | 8 |
| <i>Procedimiento</i> | 8 |
| <i>Variables evaluadas</i> | 9 |
| <i>Análisis estadístico</i> | 11 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 12 |
| <i>Flores por planta</i> | 12 |
| <i>Frutos cuajados por planta</i> | 14 |
| <i>Rendimiento</i> | 19 |
| <i>Dimensiones del fruto</i> | 23 |
| <i>Observaciones Generales</i> | 25 |
| <i>Análisis económico</i> | 25 |
| <i>Ingresos</i> | 27 |
| <i>Margen bruto</i> | 29 |
| CONCLUSIONES | 30 |
| BIBLIOGRAFÍA CITADA | 31 |
| ANEXO | 35 |
| APÉNDICE | 36 |

RESUMEN

El cultivo forzado de berenjenas requiere de aplicaciones de productos reguladores de crecimiento para mejorar la cuaja y el tamaño de los frutos. Estas aplicaciones se realizan comúnmente asperjando individualmente cada flor. En la presente investigación se utilizó un producto bioestimulante (Biozyme®) en fase experimental para berenjena con tres frecuencias de aplicación y dos concentraciones, pero con aplicaciones con bomba de espalda a la planta completa. El objetivo de este estudio fue determinar que combinación entre frecuencia y concentración lograba una reducción en los costos manteniendo buenos rendimientos en el cultivo.

El ensayo se realizó en la localidad de Chañar Blanco, Vallenar. Se evaluó el número de flores, el número de frutos cuajados por planta, la longitud y diámetro de frutos y el rendimiento. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en las variables mencionadas. Además, se calculó el margen bruto donde se observó una disminución de los costos del cultivo, con la aplicación del producto cada 21 días utilizando la concentración de 1 mL/L. La aplicación de este producto se realizó con bomba de espalda a la planta completa, lo cual permitió una reducción importante en los costos al eliminar la necesidad de contratar mano de obra adicional y especializada para asperjar cada flor.

Palabras clave: Reguladores de crecimiento, cuaja, rendimiento, costos.

ABSTRACT

In this study a plant growth regulator (Biozyme ®) that is in the experimental stage for eggplant was tested to replace floral applications with whole plant applications. Three application frequencies and two doses were evaluated. The study of these factors was performed to determine which combinations reduce the costs achieving good yields in the crop.

Number of flowers, percentage of fruit set, fruit length and diameter and yield were evaluated. No significant differences among the six treatments were found in the evaluated parameters. Gross margin was also calculated showing that a reduction of the crop costs can be achieved with the hormonal application every 21 days using a 1 mL/L dose.

The product was applied with a sprayer to the whole plant, instead of applications to each flower. In this way the application eliminate the need of additional and specialized labor.

Keywords: Plant growth regulators, fruit set, yield, costs.

INTRODUCCIÓN

Según el último censo agropecuario realizado el año 2007, la superficie total sembrada con hortalizas corresponde a 95.550 ha (INE, 2012). La berenjena (*Solanum melongena* L.) ocupa una superficie total de 48,3 ha, de las cuales 40,9 ha son de cultivo al aire libre. Esta hortaliza se cultiva mayoritariamente en la región Metropolitana, la que concentra una superficie de 23,5 ha (ODEPA, 2012). En la zona norte del país se dan condiciones climáticas más benignas durante la estación otoño-invierno, en esta época, muchos lugares del Valle del Huasco, región de Atacama, registran temperaturas suficientes para el desarrollo al aire libre de cultivos de primavera-verano, lográndose producciones adelantadas o primores de frutas y hortalizas con lo cual es posible obtener mejores precios (INIA, 1995).

Para obtener un cultivo adecuado, la berenjena presenta los siguientes requerimientos climáticos.

Temperatura: La berenjena es una planta de climas cálidos. Entre las solanáceas es la más sensible a las bajas temperaturas. El crecimiento y floración, en plantas jóvenes, se retrasa mucho a temperaturas por debajo de los 16°C. La planta prospera entre 18 y 32°C, dependiendo de los requerimientos de la variedad y de la fase fisiológica en que este el cultivo. Según algunos autores, la temperatura mínima nocturna debe ser de 16 a 18°C, con óptima nocturna de 21 a 27°C. Durante el día las temperaturas óptimas van de 27 a 32°C. Por encima de 35°C, la floración es deficiente, y sobre 37°C, el cultivo sufre desordenes fisiológicos que reducen su productividad (FDA, 1994).

Luz: Exige alta intensidad lumínica para poder alcanzar su potencial productivo. El sombreado disminuye los rendimientos. La combinación de baja intensidad lumínica y temperatura por debajo de 16°C reduce la viabilidad del polen (FDA, 1994).

Humedad relativa: La humedad relativa del aire no debería sobrepasar el 70%, pues favorecería el ataque de enfermedades; por otro lado, la humedad relativa debajo de 55%, combinada con altas temperaturas, tiene un efecto negativo en la floración. El cultivo puede adaptarse y sobrevivir en condiciones de humedad por debajo de las requeridas, pero retrasando la floración, produciendo menos flores, aumentando el aborto floral y, por lo tanto, reduciendo su productividad. Durante la fructificación la exigencia de agua aumenta aún más (FDA, 1994).

En la producción de cultivos forzados de plantas, se busca que se desarrollen en condiciones ambientales óptimas. Sin embargo, las condiciones ambientales al interior del invernadero como por ejemplo la humedad y temperatura entre otros factores, podrían no ser las ideales, influyendo en el desarrollo del cultivo. Buscando mejores precios es común producir bajo condiciones de crecimiento subóptimas, lo que ocurre en el caso de la berenjena durante la estación fría. Bajo estas condiciones surgen muchos problemas con la floración, la cuaja y el desarrollo de frutos. Por lo tanto existen muchas dificultades con la producción continua de frutos de berenjena de alta calidad (Nothmann, 1986). A pesar de estas limitantes, el establecimiento de este tipo

de cultivos es necesario para la obtención de producción precoz, lo que permite obtener mejores precios.

El clima no sólo afecta el rendimiento de la berenjena por la cantidad de frutos producidos, también afecta la morfología específica de las flores, a través del fenómeno de heterostilia. La correcta polinización de las flores es uno de los procesos determinante del buen rendimiento y la buena calidad de frutos y semillas. El fenómeno de heterostilia, presente en las flores de berenjena, reduce el rendimiento potencial de esta hortaliza. Diferentes factores afectan la dinámica de floración de berenjena, las flores con estilos de diferentes longitudes: la genética de un cultivar, las condiciones climáticas durante el cultivo, la edad de la planta y dinámica de fructificación (Kowalska, 2006).

El fenómeno de heterostilia, presente en las flores de berenjena, interfiere en el proceso de polinización y cuaja de frutos. Por este motivo es importante conocer esta característica para comprender como afecta en el rendimiento del cultivo. La heterostilia es un polimorfismo floral controlado genéticamente, en el cual se presentan variaciones en la longitud del estilo y filamentos, tamaño y producción de granos de polen y tamaño de las papilas estigmáticas; lo cual es típico de las Solanáceas y Rubiáceas. Estas morfologías diferentes conducen a un conflicto reproductivo dentro de la población, por diferencia de fecundidad entre dichos morfos (Araméndiz, 2009).

En berenjena la heterostilia es una característica común. Se han registrado cuatro tipos de flores dependiendo de la longitud del estilo (Anexo I), (i) ovario con longitud de estilo largo, (ii) ovario con tamaño de estilo medio (iii) ovario con estilo rudimentario y (iv) ovario con estilo corto muy rudimentario (MEF, 2007).

Se ha demostrado experimentalmente que las flores que poseen estilo largo y medio, generan una mayor cantidad de frutos cuajados en comparación con las flores de estilos cortos y rudimentarios. Además, la posibilidad de polinización cruzada es mayor en las flores de estilo largo. El porcentaje de flores con estilo largo y medio es una característica varietal. La cuaja de flores con estilo largo varía entre 70% a 86,7% en diferentes variedades. Todas las variedades tienen flores con diferentes longitudes de estilos. La posición del estigma, en relación al estambre, varía con el cultivar y puede también variar en diferentes flores del mismo cultivar. El más alto porcentaje de cuaja se encuentra donde los estigmas están por sobre los estambres (MEF, 2007).

En el cultivo de berenjena las altas temperaturas promueven el crecimiento de las plantas, pero muy altas temperaturas no son favorables para la formación y crecimiento de yemas florales e inducen la esterilidad del polen. Tal daño a las flores resulta en una disminución en los niveles de polinización, reduce la fructificación, e incrementa la abscisión de frutos y como consecuencia una reducción en la cosecha y en la calidad de frutos (Kikuchi *et al.*, 2008).

El desarrollo de frutos partenocárpicos (cuaja y crecimiento sin fertilización) puede ayudar significativamente en la resolución de los problemas antes citados. La partenocarpia puede ser provocada por factores exógenos, tales como reguladores de crecimiento, o puede ser logrado por factores genéticos (Acciarri *et al.*, 2002).

La independencia del desarrollo del fruto de la fertilización es una ventaja en horticultura cuando los niveles de cuaja son bajos. Las condiciones medioambientales desfavorables pueden deprimir drásticamente la fertilización y consecuentemente el desarrollo del fruto. Los frutos partenocárpicos evitan este problema permitiendo el desarrollo de frutos sin semillas bajo condiciones medioambientales adversas para la polinización y/o fertilización. Auxinas, giberelinas y citoquininas o una mezcla de estas fitohormonas son efectivas para inducir el desarrollo del fruto en ausencia de la fertilización en muchas especies de cultivos, por ejemplo tomate y berenjena (Pandolfini, 2009).

Los fitoreguladores constituyen, dentro de los agroquímicos, un grupo de sustancias que, añadidas en cantidades pequeñas, modifican las pautas normales de desarrollo de las plantas y pueden ayudar a incrementar la productividad, mejorar la calidad del cultivo, facilitar la recolección, etc. (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

Asumiendo la complejidad de muchos factores que dificultan o hacen imposible la autopolinización de las flores de berenjena, se recomienda aplicar reguladores de crecimiento a la flor. Las flores de berenjena pueden ser estimuladas para lograr el desarrollo de frutos aplicando productos químicos de tipo reguladores de crecimiento. Al introducir sustancias de crecimiento tales como auxinas a las flores, la cuaja puede ser inducida antes que ocurra la polinización de la flor (Kowalska, 2008). Las auxinas son clave en la cuaja de fruto en solanáceas, las auxinas exógenas generalmente favorecen la cuaja de frutos cuando las condiciones ambientales no son favorables para la acción de auxinas endógenas (Morales y Stall, 2002).

Los reguladores de crecimiento que existen en el mercado se aplican directamente en pulverización sobre las mismas flores, operación que resulta laboriosa y costosa por tener que hacerla individualmente flor por flor con un pulverizador manual. No obstante, cuando el tratamiento tiene éxito es económicamente rentable (Serrano, 1976). Tratar las flores con reguladores de crecimiento corresponde alrededor del 25-30% del total de horas de trabajo requeridas para el cultivo forzado de berenjena (Saito *et al.*, 2009). En la realización de esta actividad los agricultores pueden cometer errores tales como sobredosis en la aplicación, situación que afecta los costos del cultivo porque son productos químicos caros (Boyaci *et al.*, 2011).

La optimización de prácticas culturales como la aplicación de fitoreguladores, tendientes a mejorar la productividad, supone no sólo mejorar el proceso de fructificación sino además lograr un adecuado rendimiento y precocidad en la cosecha (Castillo *et al.*, 2005).

En berenjena, se han estudiado experimentalmente los efectos de algunas de estas sustancias y se ha observado que los resultados varían dependiendo del cultivar que se siembra, de las condiciones de clima, del estado nutricional y de la etapa fisiológica del cultivo (FDA, 1994). Ravestijn (1983) evaluó un regulador de crecimiento para mejorar el proceso de cuaja entre otras características agronómicas en berenjena. El porcentaje de cuaja aumentó y los frutos alcanzaron mayor tamaño y masa en comparación con el

testigo sin aplicación, esto considerando las diferencias varietales, entre otros factores. Estudios realizados por Kowalska (2006, 2008) en berenjena en los cuales evaluó productos reguladores de crecimiento para mejorar la cuaja, obtuvo una mayor cantidad de frutos en comparación con el control. En República Dominicana, resultados de experimentos realizados con berenjena, indican que la longitud del fruto puede aumentar significativamente aplicando ácido giberélico en forma dirigida al fruto cuando este tiene menos de 5 centímetros de largo, o durante la floración dirigiendo la aplicación hacia las flores (FDA, 1994). En tomate, Rappaport (1957) realizó un estudio para evaluar los efectos de un regulador de crecimiento a base de giberelinas, la cuaja de las plantas no tratadas fue ampliamente retrasada.

En el sector de Chañar Blanco, los agricultores aplican productos reguladores de crecimiento y/o bioestimulantes al cultivo de berenjena. Estos productos se aplican una vez por semana directamente a la flor con pulverizador manual. Esta actividad es una práctica tradicional en la zona y las concentraciones aplicadas no siempre son las recomendadas por el fabricante. En cuanto a las frecuencias de aplicación, estas varían entre productores adoptando diferentes criterios. Para llevar a cabo esta labor se requiere gran cantidad de mano de obra, y dependiendo del agricultor se requiere una cantidad mayor o menor de regulador de crecimiento, según la concentración y frecuencia de aplicación que emplee, esto eleva significativamente los costos del cultivo.

Tomando en cuenta la problemática anterior, se decidió realizar un ensayo para determinar cuál es la frecuencia y concentración óptima de producto, que favorezca el rendimiento, calidad de frutos y además reduzca los costos del cultivo.

Hipótesis

La frecuencia y concentración de aplicación de Biozyme® en floración de berenjenas determina el número de frutos cuajados, el calibre y el rendimiento, influyendo en los costos del cultivo.

Objetivos

- 1- Evaluar la respuesta a la frecuencia de aplicación de Biozyme® en plantas de berenjena, en el porcentaje de frutos cuajados, peso y calibre de los frutos cosechados y en el rendimiento final del cultivo
- 2- Evaluar cómo influyen las diferentes concentraciones de Biozyme® en plantas de berenjena, en calibre, porcentaje de frutos cuajados y en el rendimiento final del cultivo.
- 3- Evaluar como incide la disminución de la frecuencia de aplicación de Biozyme® en el margen bruto del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

El ensayo se estableció a fines de mayo de 2010, en terrenos del agricultor Luis Leiva, en el sector de Chañar Blanco, comuna de Vallenar, región de Atacama, ubicada 28° 35' de latitud sur, con 70° 46' de longitud oeste, a una altitud media de 469 m.s.n.m, en el fondo del cajón del río Huasco. La fase experimental comenzó en septiembre y finalizó en diciembre del mismo año. Este ensayo se enmarcó en el Proyecto FIA “Mejoras tecnológicas hortícolas para el Valle del Huasco”.

Características del suelo

Los suelos de la localidad de Chañar Blanco, poseen una textura superficial franco arcillosa, con una profundidad efectiva del suelo de 33 cm, la principal limitante es la pedregosidad (INIA, 1995).

Características climáticas

La región de Atacama tiene un clima desértico marginal bajo o semiárido. Sin embargo, las condiciones desérticas son atenuadas por un aumento de las precipitaciones y la influencia de la masa de aire húmedo costero, lo que se refleja en una leve disminución de la amplitud térmica diaria, que llega a 13 °C y la anual que alcanza a 7 °C (Dirección Meteorológica de Chile, 2008).

La influencia del clima desértico marginal registra un total anual de agua caída de 31,6 milímetros, alcanzando su mayor valor en el mes de julio con 11,9 milímetros. La temperatura máxima promedio en verano alcanza un valor de 26,6° C y la mínima media llega a 13,1° C. Mientras que en los meses de invierno la temperatura máxima alcanza un valor de 19,8°C y una mínima promedio de 6,8°C (Dirección Meteorológica de Chile, 2008).

Materiales

Material vegetal

Se utilizaron plantas de berenjenas (*Solanum melongena* L.) variedad ‘Tasca F₁’, de ciclo vegetativo semi-precoz. Este es un cultivar con planta fuerte y vigorosa con entrenudos cortos, forma de fruto uniforme con una masa promedio de 350 g por fruto, tiene un color verde morado, buena post cosecha y se cultiva en primavera-verano (Semillas Music, 2010).

Producto evaluado

En el ensayo se utilizó el bioestimulante Biozyme ®, el cual se encuentra en una fase experimental para berenjena. Es un bioestimulante de origen natural, que participa en el desarrollo de las plantas estimulando diferentes procesos metabólicos y fisiológicos. La dosis recomendada es de 0,5-1,0 L/ha y está compuesto por giberelinas (32 mg/L), ácido indolacético (32 mg/L) y zeatina (83 mg/L) (Arista Lifescience, 2012).

Metodología

Tratamientos y diseño experimental

Se estableció un ensayo con un diseño experimental en bloques completos al azar con estructura factorial 3x2, tres frecuencias de aplicación (7, 14 y 21 días) y dos concentraciones (Cuadro 1). Cada una de las seis 6 combinaciones de factores se realizó con 4 repeticiones (bloques) lo que comprendió un total de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por 12 plantas.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados con la combinación de las frecuencias de aplicación y concentraciones de aplicación en berenjenas cv. 'Tasca F₁'.

| Tratamiento | Frecuencia de aplicación (días) | Concentraciones de aplicación (mL/L) |
|-------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 7 | 1 |
| 2 | 14 | 1 |
| 3 | 21 | 1 |
| 4 | 7 | 2 |
| 5 | 14 | 2 |
| 6 | 21 | 2 |

El tratamiento control correspondió al tratamiento 1. Las frecuencias y concentraciones establecidas en el control, correspondieron a las que se utilizan tradicionalmente en la localidad donde se realizó el ensayo.

Procedimiento

El cultivo se sembró en almaciguera en el mes de mayo de 2010 y se estableció bajo invernadero frío, el trasplante se llevó a cabo en el mes de junio del mismo año. Las plántulas se trasplantaron con 8 a 12 cm de altura y con 3 a 5 hojas verdaderas. Todas las plantas evaluadas se cultivaron bajo las mismas condiciones de manejo que el resto del cultivo de berenjenas del agricultor. El manejo del cultivo lo estableció el agricultor, excluyendo la aplicación del bioestimulante, labor que correspondía a la parte experimental de este ensayo. Se utilizó el sistema de riego por surcos, el programa de

fertilización química se determinó en base a los resultados del análisis físico – químico del suelo, y los requerimientos nutricionales del cultivo, el control de insectos, se realizó de acuerdo a la presencia de plagas en el cultivo, el control de malezas se realizó con ayuda de animales y de forma manual. Se dio inicio a las aplicaciones del bioestimulante Biozyme ® cuando comenzó la floración, esto ocurrió a mediados del mes de septiembre del año 2010. Previo a la aplicación, se ensayó el volumen de agua necesario para rociar completamente las plantas, posteriormente se calculó la cantidad de producto a utilizar, llevándose registro del gasto en cada aplicación. La aplicación se realizó a la planta completa mediante bomba de espalda. Siguiendo las recomendaciones del fabricante se aplicó el producto temprano en la mañana, sin combinación con coadyuvantes. Se puso fin a las aplicaciones del producto en diciembre cuando se determinó suspender las cosechas y las evaluaciones de las plantas estudiadas.

La cosecha se realizó en forma manual. Se determinó en relación al tamaño del fruto, el cual debía medir aproximadamente 12 cm de longitud y presentar el color de la piel negro-morado característico de la variedad. Se utilizó el mismo criterio en todos los tratamientos incluido el tratamiento control.

Los frutos cosechados se vendieron por unidad, embalados en cajas de 100 unidades cada una y comercializados en el centro de abastecimiento Lo Valledor en Santiago.

El período experimental tuvo una duración de aproximadamente 3 meses.

Variables evaluadas

Durante el período del cultivo se llevó registro de la temperatura y humedad relativa al interior del invernadero con un termógrafo marca Atago®.

Sobre cada unidad experimental se realizaron mediciones en plantas que se encontraban en competencia perfecta para los siguientes parámetros:

- 1- Número de flores/planta: Se inició el conteo cuando el cultivo se encontraba en 50% de floración. Se midieron 3 plantas por unidad experimental.
- 2- Frutos cuajados/planta: Se contabilizó el número de flores/planta y luego se contabilizó el número de frutos cuajados/planta para determinar cuál fue el porcentaje de frutos cuajados por efecto de la aplicación del producto. Se midieron 3 plantas por unidad experimental.

Las siguientes evaluaciones se realizaron a cosecha y se evaluaron sobre la base de las 10 plantas centrales de cada unidad experimental.

- 3- Longitud de frutos (cm): Se midió la longitud de cada fruto cosechado desde la base del pedúnculo hasta el ápice del fruto, con un pie de metro marca Best Value.



Figura 1. Medición de la longitud de fruto de berenjena.

- 4- Ancho máximo del fruto (cm): Se midió el diámetro de cada fruto cosechado en el segmento transversal de mayor tamaño, con un pie de metro marca Best Value.



Figura 2. Medición del diámetro de fruto de berenjena.

- 5- Rendimiento (kg/planta): Se obtuvo con una balanza digital marca Sboss, se midió considerando los kilogramos de frutos por planta, una vez cosechados los frutos.
- 6- Margen bruto (\$/ha): Se calculó el margen bruto del cultivo, para obtener este valor se consideró el ingreso por venta y los costos directos de producción tales como jornada/hombre (JH), costos de fertilizantes y agroquímicos (pesticidas y productos químicos), los costos directos variaron en cada tratamiento en función de la cantidad de bioestimulante utilizado. Adicionalmente se elaboró una ficha técnica para el cultivo bajo las condiciones de manejo establecidas por el agricultor para realizar una comparación con los ítems considerados en el margen bruto de este ensayo.

Se determinaron los ingresos por venta en base a la siguiente fórmula¹:

$$I = Q * PV$$

I: ingreso por venta (\$).

Q: unidades transadas.

PV: precio de venta (\$/unidad).

Para calcular el margen bruto se calculó con la diferencia entre los ingresos por venta y los costos directos de producción del cultivo. El cálculo está representado por la fórmula descrita a continuación²:

$$MB = I - CD$$

MB: Margen bruto.

I: Ingreso por venta.

CD: costos directos.

Observaciones: Se llevó registro de cualquier diferencia importante que se detectara en terreno entre los tratamientos.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) con los resultados y se analizaron las interacciones entre los factores (frecuencias y concentraciones de bioestimulante). Cuando existieron interacciones entre los factores se analizaron las medias de la combinación de los factores, cuando no existieron interacciones se analizaron las medias de cada factor por separado. Cuando las diferencias de las medias fueron significativas estas se separaron con la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de confianza.

Los valores porcentuales se transformaron por medio de la fórmula de Bliss para ajustarse a normalidad.

¹ Y ² Mauricio Meyer de Goyeneche. 2010 Ingeniero Agrónomo Universidad de Chile, Chile (comunicación personal).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó el uso de Biozyme® como promotor de la cuaja en berenjenas en diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación y los resultados se presentan a continuación.

La floración de las plantas de berenjena en el sector donde se realizó el ensayo comienza normalmente en el mes de agosto. Particularmente el año 2010 la floración tuvo un retraso de aproximadamente un mes en comparación con años anteriores, esta situación posiblemente se debió a las condiciones climáticas que se presentaron el año en que se desarrolló el estudio.

Flores por planta

Se comenzó el conteo de flores el día de la primera aplicación del bioestimulante Biozyme®, cuando el cultivo se encontraba en el 50% de floración. Se contabilizó el número de flores de cada planta por 2,5 meses durante el período de floración a cada uno de los 6 tratamientos que fueron objeto de aplicación del producto bioestimulante (Figura 3).

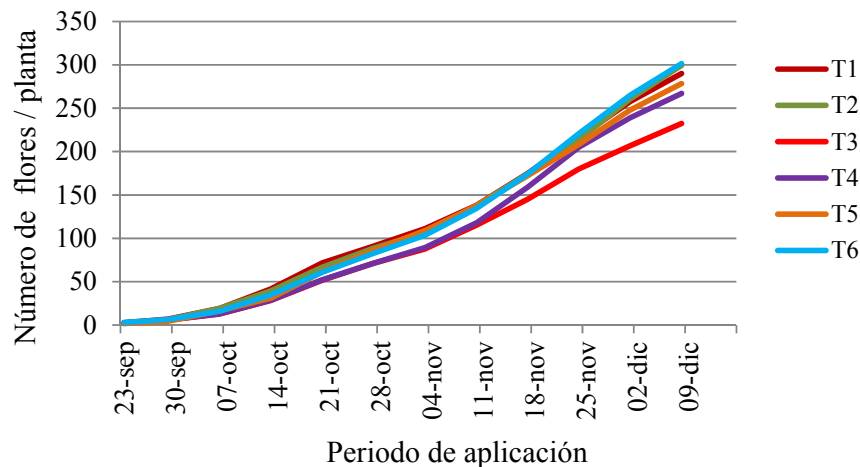


Figura 3. Flores/planta en cada tratamiento a lo largo del período de medición. Tratamientos concentración x frecuencia: T1: 1 mL/L, 7 días. T2: 1 mL/L, 14 días. T3: 1 mL/L, 21 días. T4: 2 mL/L, 7 días. T5: 2 mL/L, 14 días. T6: 2 mL/L, 21 días. Del análisis estadístico realizado, no se encontraron interacciones entre los factores estudiados, tampoco diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).

Los resultados del conteo flores por planta no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, incluido el tratamiento 1 (tratamiento control: 1 mL/L, 7 días) (Figura 3).

Uno de los factores medioambientales que afectó el proceso de floración fue la temperatura, al respecto Uzun (2007) afirma que la velocidad de progreso de la floración, de muchos cultivos, está linealmente relacionada a las temperaturas diurnas por sobre una base y por debajo de un óptimo. El momento de la floración y cuaja entonces se acelera linealmente, con altas temperaturas aumenta la caída de flores, lo que más tarde repercute en el número de frutos obtenidos. En este ensayo se registraron temperaturas sobre los 33°C al interior del invernadero, en la última fase del ensayo, lo cual según lo señalado por Uzun (2007), podría provocar una menor presencia de flores. En este ensayo no se observó un mayor número de flores al aumentar la concentración y frecuencia de aplicación del bioestimulante. Ramírez *et al.* (2005) teniendo en mente los efectos de la temperatura en la pérdida de flores y frutos en ají, realizó un ensayo para evaluar el efecto de 5 bioestimulantes (Biozyme, Maxigrow, Biocrop, Bioforte y Biofol) sobre la floración y otras características agronómicas. Biozyme no influyó significativamente en el número de flores/planta. La mayor cantidad de flores se observó en aquellas plantas tratadas con los bioestimulantes que presentaban en su composición N, P, K y Ca.

El producto bioestimulante utilizado en el presente ensayo, contiene 3 fitohormonas (giberelinas, auxinas y citoquininas) y micronutrientes. Cada compuesto actuó en diferentes niveles dentro de la planta provocando diversos efectos. Al respecto Iglesias y Talón (2008) sostienen que las giberelinas modifican sustancialmente los procesos reproductivos de los vegetales, participando en el control de la inducción de la floración, en el crecimiento y la producción de flores, etc. Por otra parte las auxinas tienen un efecto negativo sobre la abscisión de los órganos, retardando especialmente la caída de hojas, flores y frutos jóvenes. El movimiento de la auxina fuera de la lámina foliar hacia la base del peciolo parece prevenir la abscisión inhibiendo la acción del etileno, principal efector de la formación de la zona de abscisión. En este ensayo el formato de aplicación fue a la planta completa y no sólo a la flor como los productos antes utilizados en la localidad donde se realizó el estudio, por tanto todos los órganos externos recibieron el producto.

En relación al metabolismo de las giberelinas y su regulación, García-Martínez (2004) señala que la magnitud de la respuesta a giberelinas (GAs) de muchos procesos fisiológicos dependientes de estas fitohormonas (por ejemplo porcentaje de germinación, longitud de entrenudos, porcentaje de fructificación partenocárpica, tamaño final de fruto, entre otros, es proporcional a la concentración aplicada. En este ensayo el tratamiento 4 (concentración 2 mL/L, frecuencia 7 días) que recibió la mayor cantidad de producto y con más frecuencia de aplicación, presentó una cantidad similar de flores que el tratamiento 3 (concentración 1 mL/L, frecuencia 21 días) que recibió menor cantidad de producto y con menos frecuencia. En este ensayo la respuesta no fue proporcional a la concentración como señala García-Martínez (2004). Probablemente esta respuesta, se deba a que las concentraciones de giberelinas en el bioestimulante evaluado fueron muy bajas como para producir un efecto significativo.

Nothmann (1982) evaluó la respuesta a la aplicación del regulador de crecimiento Ácido 2,4-diclorofenoxiacético en concentración de 2,5 ppm en diferentes cultivares de berenjena. El número de flores/planta, fue diferente para cada cultivar estudiado, en algunos cultivares aumentó, en otros se mantuvo en comparación con el testigo. Este autor menciona la importancia de considerar la respuesta diferencial de cada cultivar a la aplicación de estos productos.

Frutos cuajados por planta

La variable número de frutos cuajados se comenzó a evaluar transcurrida una semana de la primera aplicación del producto.

Una de las variables que tiene el mayor impacto en el rendimiento, es el número de frutos cuajados o porcentaje de cuaja.

Se estableció la relación entre el número total de frutos cuajados y las frecuencias de aplicación como se observa en la Figura 4.

Al relacionar el número de frutos cuajados con las frecuencias de aplicación, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

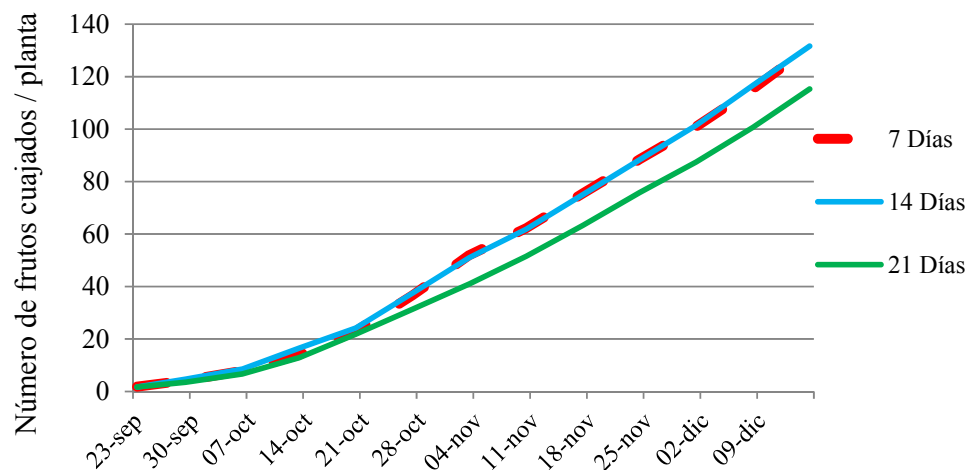


Figura 4. Frutos cuajados/planta para cada frecuencia de aplicación. 7 días: aplicación del producto cada 7 días, 14 días: aplicación del producto cada 14 días, 21 días: aplicación del producto cada 21 días. Producto del análisis estadístico no se encontraron interacciones entre los factores estudiados, tampoco diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).

Al relacionar el número de frutos cuajados con las concentraciones empleadas (Figura 5), no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

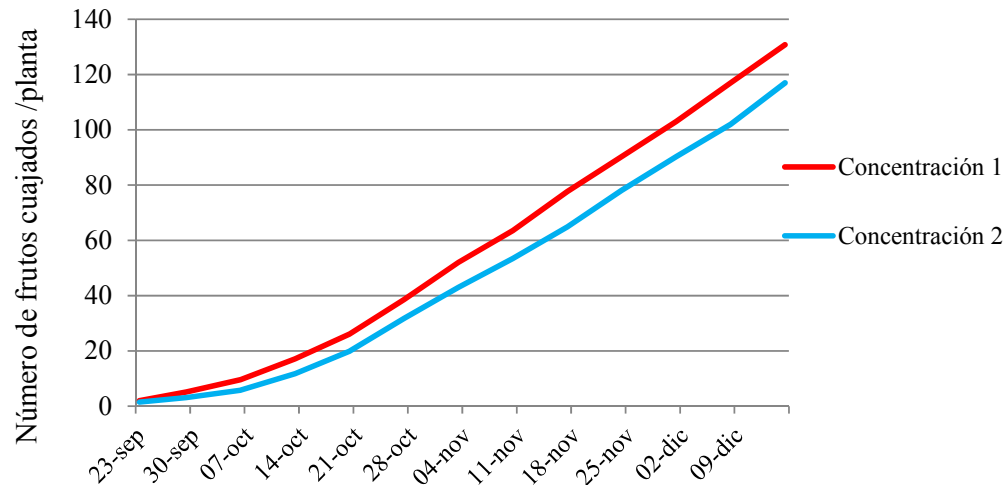


Figura 5. Frutos cuajados/planta en función de la dosis de aplicación. Concentración 1: 1 mL/L, Concentración 2: 2 mL/L. No se encontraron interacciones entre los factores estudiados, tampoco diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).

Se calculó el porcentaje de cuaja, obtenido del cociente entre el número de frutos cuajados y el número de flores, también se estimó la precocidad con los días desde trasplante a cosecha y los resultados se pueden observar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Porcentaje de cuaja y días de trasplante a cosecha (DTC) por tratamiento.

| Tratamientos ¹ | % Cuaja ^{ns} | DTC ^{ns} |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|
| T1 | 51 | 133,25 |
| T2 | 48 | 128,75 |
| T3 | 51 | 131,50 |
| T4 | 48 | 130,50 |
| T5 | 46 | 140,50 |
| T6 | 41 | 132,00 |

¹T1: 1mL/L, 7 días. T2: 1 mL/L, 14 días. T3: 1 mL/L, 21 días. T4: 2 mL/L, 7 días. T5: 2 mL/L, 14 días, T6: 2 mL/L, 21 días. No se encontraron interacciones entre los factores estudiados, tampoco diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).^{ns} análisis no significativos.

Cuando se analizaron las variables porcentaje de cuaja y días de trasplante a cosecha (precocidad), el tratamiento 1 (1mL/L, 7 días), que representó al tratamiento control, en el cual la combinación entre frecuencia y concentración correspondió a la que se utilizaba en la zona de cultivo, y el resto de los tratamientos evaluados, no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 2).

En la zona de cultivo de berenjena, siempre se aplican reguladores de crecimiento para mejorar la cuaja, la aplicación de estos productos se realiza principalmente por las condiciones climáticas, considerando esto y los resultados antes expuestos, se podría

escoger la concentración más baja (1 mL/L) con una frecuencia de aplicación cada 21 días, combinación representada por T3, con esta elección el gasto total de producto en la temporada sería más bajo, lo que finalmente reduciría los costos.

En este estudio los resultados obtenidos en las variables número de frutos cuajados y porcentaje de cuaja, no se vieron incrementadas al aumentar las concentraciones del bioestimulante. Resultados similares obtuvo Rappaport (1957), en un estudio realizado en tomate, donde se evaluó un regulador de crecimiento a base de giberelinas en diferentes concentraciones (1; 10; 50 y 500 ppm), observó que estas fueron igual de efectivas en la estimulación de la cuaja, por el contrario la fructificación de las plantas que no fueron tratadas fue ampliamente retrasada. Contreras (1994) realizó un ensayo en tomate en el cual evaluó cuatro reguladores de crecimiento (Bayer 2t (BNA), Tomatosa (Ácido 0-(2 naftil) Glicólico), Trylone (Hidroxi MCPA) y Tomat (BNA, PCPA y GA3)) en diferentes concentraciones (25, 32 y 50 ppm), no encontró diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas, entre ellas la cuaja.

En relación a productos con mezclas fitohormonales en los que se combinaban las diferentes hormonas vegetales, se realizaron estudios en berenjena para examinar la influencia de varios reguladores de crecimiento en el proceso de cuaja, al respecto Kowalska (2008) señala que los mejores resultados se lograron después de la aplicación de una mezcla de auxinas y citoquininas. La aplicación de auxinas tuvo un efecto positivo sólo cuando la concentración de citoquininas fue óptima. Tratar las flores sólo con citoquininas causa una disminución de la precocidad y del rendimiento de frutos comerciales indicando que la presencia de auxina es también necesaria para la acción eficiente de otros reguladores de crecimiento. Aplicar sólo ácido giberélico no llevó a resultados positivos.

Los autores antes mencionados señalan que los productos fitohormonales, generalmente, son efectivos, pero dentro de un rango limitado de concentraciones.

El producto evaluado en este ensayo, se define como bioestimulante. Se define este término como sustancias que a pesar de no ser un nutriente, un pesticida o un regulador de crecimiento, al ser aplicadas en cantidades pequeñas generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos. Esta definición resulta poco específica y ello ha conducido a que en el mercado el término bioestimulante se utilice para describir una amplia gama de productos, que van desde extractos de algas hasta extractos animales, además combinaciones de estos con productos de reconocida función, tales como nutrientes, vitaminas o reguladores de crecimiento (CIA, 2002).

Existen diversos tipos de bioestimulantes, unos químicamente bien definidos tales como los compuestos por aminoácidos, polisacáridos, oligopéptidos o polipéptidos. Existen otros más complejos en cuanto a su composición química, como pueden ser los extractos de algas y ácidos húmicos. Un tipo de bioestimulante es el que se encuentra formulado en base a reguladores de crecimiento. CIA (2002) define los reguladores de crecimiento (RC) vegetales como compuestos orgánicos, diferentes de los nutrientes que en pequeñas cantidades promueven, inhiben o modifican uno o varios procesos fisiológicos en las plantas. El término RC incluye sustancias presentes en la naturaleza o

compuestos sintéticos. Existen 5 clases de RC bien definidos: auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno, también existen otros descubiertos más recientemente.

La magnitud de la respuesta a un regulador de crecimiento, se considera que depende de la concentración de este, es decir a una concentración dada se espera una respuesta específica. Sin embargo, es común que al aplicar concentraciones idénticas, bajo condiciones similares, se observen resultados diferentes. Esta respuesta se explica por la sensibilidad, término que considera el concepto de concentración pero contempla además otros factores que influyen en la respuesta a un regulador de crecimiento (RC), estos son: la concentración del RC, la capacidad del tejido de absorber el RC, la presencia de los receptores al RC, la afinidad de los receptores por los RC, la reacciones posteriores a la interacción del RC/receptor. Los factores antes mencionados son afectados por condiciones de la planta y del ambiente, tales como: distintos tejidos y órganos responden diferente a los RC, lo cual tiene implicancias importantes pues se pueden dar efectos secundarios de la aplicación de los RC, el equilibrio fitohormonal y específico de cada especie, edad de la planta (etapa de desarrollo) el balance de RC varía durante el desarrollo de la planta y por ello debe analizarse el efecto de los RC en los diferentes estadios, temperatura, estado hídrico: la condición de humedad en el suelo afecta la absorción y el balance fitohormonal interno, fotoperíodo, etc. Todos estos factores condicionan el uso de los RC (CIA, 2002). Este autor afirma que es importante evaluar en el tiempo la respuesta a un RC aplicado, por lo menos por los dos ciclos de cultivo siguientes.

Biozyme® se elaboró a partir de plantas terrestres y en su composición se encuentran 3 fitohormonas, estas se definen como un grupo de sustancias orgánicas, sintetizadas por las plantas, que tienen la capacidad de afectar a los procesos fisiológicos en concentraciones mucho más bajas que los nutrientes o las vitaminas. El control de la respuesta fitohormonal se lleva a cabo a través de cambios en la concentración y la sensibilidad de los tejidos a las fitohormonas, en las plantas, ninguna fitohormona tiene el control exclusivo de un determinado proceso fisiológico (Azcón-Bieto y Talón 2008). Hay muchas indicaciones de que cada una de estas fitohormonas tiene diferentes efectos sobre la división celular y la expansión celular en frutos de tomate (De Jong *et al.*, 2009). Por ejemplo la etapa inicial de polinización/fecundación modula los niveles de giberelinas que desencadenarían el incremento de la producción de auxinas en el ovario. De esta manera, se activaría la división celular y el desarrollo del fruto de tomate como consecuencia de la acción secuencial o coordinada de giberelinas y auxinas (Castillo *et al.*, 2005). Gorguet *et al.* (2004) señalan que las giberelinas son un factor clave en la cuaja y desarrollo del fruto de tomate.

De lo anterior se desprende que el efecto de los bioestimulantes depende en gran parte de su composición, la cual presenta una gran diversidad. Dependiendo de la formulación, tendrá un modo de acción específico. Efecto que depende de todos los factores antes expuestos y la concentración de cada compuesto.

Las condiciones medioambientales, se consideran uno de los factores que más influye en la acción de los bioestimulantes. Aunque la berenjena es un cultivo de climas cálidos, se maneja en invernaderos fríos en pequeñas explotaciones, principalmente por

razones económicas. En estas condiciones, las fluctuaciones de temperatura juegan un papel muy importante y afectan todos los procesos de desarrollo del cultivo. Uno de ellos es el proceso de cuaja. La temperatura mínima promedio, en el mes de septiembre (primer mes de aplicación del producto y de mediciones), fue de 9°C (temperatura registrada al interior del invernadero), valor que se encuentra por debajo del óptimo requerido para berenjena. En cuanto a los requerimientos de la planta de berenjena, Kowalska (2008), señala que bajo malas condiciones medioambientales, la berenjena se caracteriza por una gran variabilidad en la cuaja y rendimiento, la temperatura óptima para la germinación del polen es 20-27°C, por debajo de 15°C o por sobre 30°C, el polen es incapaz de germinar. En berenjena, la fertilización se completa dentro de 3 días después de la polinización, los ovarios de las flores no polinizadas comienzan a senescer 3 días después de la antesis (Sekara y Bieniasz, 2008). Boyaci *et al.* (2009) realizaron un estudio en berenjenas cultivadas en invernadero no calefaccionado, en tales condiciones de cultivo las temperaturas nocturnas con frecuencia disminuyen bajo el óptimo biológico en invierno y principios de primavera, los peores resultados obtenidos en relación a la cantidad, viabilidad y germinación del polen, se registraron en el mes con la temperatura más baja.

Por las razones climáticas antes señaladas, que influyen en el periodo de floración, la aplicación de reguladores de crecimiento es una práctica considerada indispensable por los agricultores de la localidad de Chañar Blanco, labor que es realizada por todos los productores de berenjena. En relación a la práctica de aplicación de reguladores de crecimiento, Pandolfini (2009) afirma que giberelinas, auxinas y citoquininas o mezclas de estas fitohormonas, inducen el desarrollo del fruto en ausencia de fertilización en muchos cultivos, por ejemplo tomate y berenjena. Ravestijn (1983) y Acciarri (2002) señalan que el efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento en berenjenas se produce a través de la estimulación de la partenocarpia, como consecuencia, la producción ocurre más precozmente, también afirman que los resultados son más favorables si el procedimiento se lleva a cabo durante todo el período de cultivo y no sólo durante el período de pobre crecimiento y cuaja.

No sólo las condiciones medioambientales influyen en la respuesta de un cultivo a la aplicación de reguladores de crecimiento, al respecto Agüero *et al.* (2007) señalan la importancia de destacar que los resultados obtenidos en el área de aplicación de reguladores dependen del genotipo, condiciones ambientales y metodología de aplicación hormonal: momento de aplicación, tipo y concentración de regulador.

Según lo señalado por los autores antes mencionados, en relación a los productos utilizados para mejorar el desarrollo de las plantas y rendimiento de los cultivos, es importante considerar la genética de la variedad, las condiciones medioambientales y el producto y concentración empleada, la respuesta de las plantas a las aplicaciones de estos productos podría variar de acuerdo a estos factores. En relación a las concentraciones de bioestimulante empleadas en este ensayo, probablemente fueron muy bajas para generar una respuesta significativa.

Rendimiento

En berenjena, el rendimiento por unidad de superficie es el producto de varios componentes: número de ramificaciones, número de frutos por rama, y masa de frutos. Entre estos componentes, el número de frutos por planta representa el máximo efecto directo sobre el rendimiento y es útil como criterio de selección para lograr una mejora efectiva en este cultivo (Chen y Li, 1996).

Con los frutos de cada planta, se obtuvo la masa y con ello el rendimiento en kg/planta para cada tratamiento estudiado.

Tanto el rendimiento (kg/planta), como el número de frutos cosechados, no presentaron interacción con las frecuencias y concentración aplicada. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 6), esto puede ser efecto de la variabilidad que presentan las plantas en cada tratamiento, teniendo coeficientes de variación que fluctuaron entre el 20% y el 58%.

La variabilidad presente, en las plantas pudo estar dada por muchos factores, entre ellos las condiciones medioambientales, suelo, sistema de riego y manejo del cultivo. La textura franco arcillosa de la localidad es óptima para el cultivo de berenjena, pero con problemas de pedregosidad, en este ensayo se observó que en ciertas áreas, esta característica era una limitante para el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que finalmente repercutió en el rendimiento. Además, se debe tener en cuenta que se utilizó riego por surco, el cual tiene una eficiencia de 55-70%, que asociado con la pedregosidad genera irregularidad en la disponibilidad de agua para las plantas.

Se relacionaron las variables rendimiento y número total de frutos cosechados con los días de cultivo (Figura 6). Ambas variables no presentaron diferencias significativas entre las frecuencias de aplicación del producto evaluado.

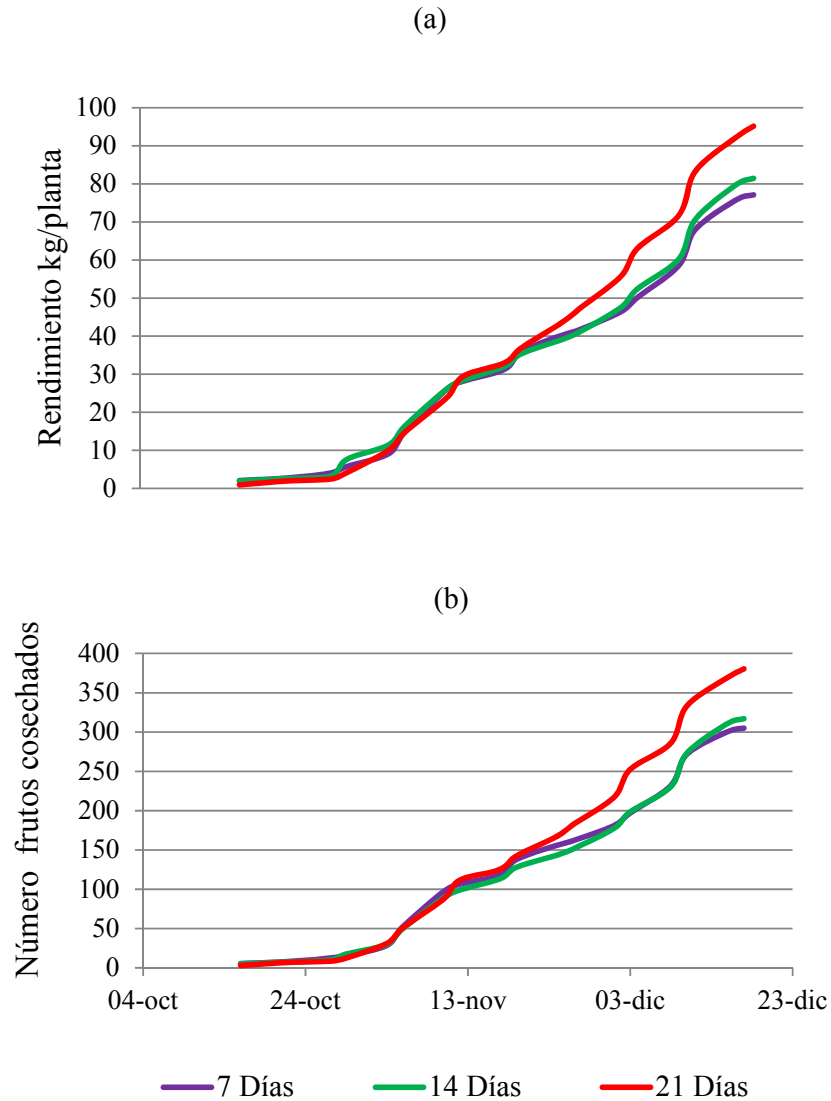


Figura 6. Rendimiento (a) y Número total de frutos cosechados (b) por cada planta durante el período de ensayo en función de la frecuencia de aplicación de Biozyme® (cada 7, 14 y 21 días). No se encontraron interacciones entre los factores estudiados, tampoco diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).

Tanto el rendimiento como el número total de frutos cosechados por cada planta a lo largo del ensayo no presentaron diferencias significativas entre las dos concentraciones del producto evaluado (Figura 7).

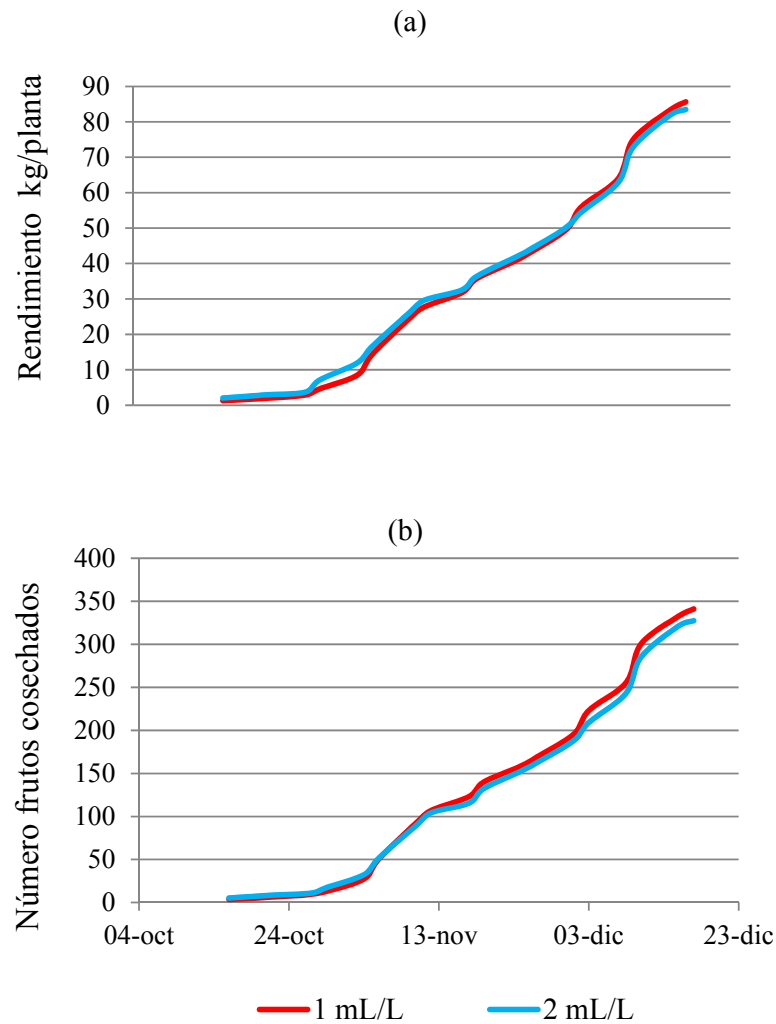


Figura 7. Rendimiento (a) y número total de frutos cosechados (b) por cada planta durante el período de ensayo en función de las concentraciones de aplicación de Biozyme[®] (1 y 2 mL/L). No se encontraron interacciones entre los factores estudiados, tampoco diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).

Se confeccionó el Cuadro 3 con algunos de los factores que componen el rendimiento en el cultivo de berenjena, los datos son específicos para este ensayo.

Cuadro 3. Número de frutos, masa media de frutos y rendimiento por planta de berenjena var. Tasca, tratada con bioestimulante Biozyme®.

| Tratamiento ¹ | Nº frutos/planta ^{ns} | Masa media ^{ns} (g/fruto) | Rendimiento ^{ns} (kg/planta) |
|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|
| T1 | 7,3 | 246 | 1,8 |
| T2 | 8,8 | 258 | 2,3 |
| T3 | 9,5 | 248 | 2,4 |
| T4 | 8,0 | 259 | 2,1 |
| T5 | 7,1 | 255 | 1,8 |
| T6 | 9,5 | 252 | 2,4 |

¹ T1: 1 mL/L x 7 días, T2: 1 mL/L x 14 días, T3: 1 mL/L x 21 días, T4: 2 mL/L x 7 días, T5: 2 mL/L x 14 días, T6: 2 mL/L x 21 días. ^{ns} No se encontraron interacciones entre los factores estudiados, tampoco diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).

El tratamiento 1 (tratamiento control) y el resto de los tratamientos evaluados, tras analizar las variables número de frutos/planta, masa media de frutos y rendimiento/planta, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 3).

Respuestas similares observó Contreras (1994) en un ensayo, donde se evaluó el efecto de 4 reguladores de crecimiento (BNA, Ácido 0-(2 naftil) Glicólico, Hidroxi MCPA y una mezcla entre BNA, PCPA y GA3) en tres concentraciones (25, 32 y 50 ppm respectivamente) en tomates cultivados en invernaderos fríos. Los resultados obtenidos, en masa de fruto, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Sharma (2006) tampoco encontró diferencias significativas tras realizar un ensayo para evaluar la acción de diferentes reguladores de crecimiento (Ácido naftalen acético, Ácido giberélico, Ácido 2,4 diclorofenoxiacético, Etephon, 6- Benzilamino-purina y Triacantanol en diferentes concentraciones (40, 10, 2, 300, 30 y 5 ppm respectivamente), él evaluó el efecto en el rendimiento, en el número de frutos y otros caracteres en berenjena. Los productos que aplicó, no influenciaron significativamente el número de frutos (comercializables, totales, no comercializables y con defectos) por planta y el rendimiento (comercializables y no comercializables).

Quintalan y Rojas (1990), y Paliz (1998) citado por Altamirano (2010), evaluaron los efectos de los bioestimulantes Activol (giberelinas), Agrostemin (Alantoína, Triptófano y otros aminoácidos) y Biozyme en tomate, todos en una concentración de 1000 ppm. El número de frutos y demás características agronómicas no aumentaron significativamente por la aplicación de este bioestimulante. Resultados similares se obtuvieron en un ensayo realizado en calabaza, tras la aplicación de Biozyme, no se encontraron diferencias significativas en las variables analizadas; número de frutos cosechados, masa media de frutos y rendimiento en ninguno de los tratamientos incluyendo al tratamiento testigo (FHIA, 2008). Los autores antes mencionados, concuerdan que la interacción de factores como el medioambiente, variedad, tipo de producto utilizado y concentración aplicada determinan los diferentes resultados obtenidos en estos ensayos.

Dado que la aplicación de reguladores de crecimiento en cultivo de berenjena es una práctica que se realiza cada temporada y que implica la compra de estos productos, desde el punto de vista económico es conveniente reducir los costos asociados a esta

práctica, si se utiliza la concentración más baja (1 mL/L) con una frecuencia de 21 días se logra un menor gasto de producto. Esto se traduce en una disminución en la cantidad total de producto a utilizar a lo largo de la temporada y con ello una reducción de los costos. Schmidt *et al.* (2003) señalan en relación a la frecuencia y concentración de aplicación de bioestimulantes, que aplicaciones frecuentes a menores concentraciones podrían presentar mejores resultados que tratamientos a mayores concentraciones con frecuencias muy espaciadas en el tiempo.

Dimensiones del fruto

La evaluación de las dimensiones del fruto se realizó a cosecha, cuando estos superaron un tamaño de aproximadamente 12 cm de longitud y un color de piel morado-negro típico para el cultivar.

En las Figuras 8 y 9 se muestran los resultados obtenidos para las variables longitud y diámetro de frutos. No hubo interacción entre factores, ni diferencias significativas entre tratamientos. Rappaport (1957) después de aplicar una mezcla de giberelinas en diferentes concentraciones (1, 10, 50 y 500 ppm) en tomate, el tamaño del fruto no aumentó significativamente. Resultados similares obtuvo Contreras (1994) en un ensayo realizado en tomate, después de la aplicación de cuatro reguladores de crecimiento (BNA, Ácido 0-(2 naftil) Glicólico, Hidroxi MCPA y una mezcla entre BNA, PCPA y GA3) en tres concentraciones (25, 32 y 50 ppm), estos factores no influenciaron significativamente en el tamaño del fruto. Agüero *et al.* (2007) en un estudio también en tomate, evaluó los factores tipo de regulador (β -NOA y GA3) en concentraciones de 15 ppm, 40 ppm y 60 ppm y momentos de aplicación variables. El empleo de auxina en 40 ppm, indujo un tamaño final de frutos significativamente mayor en comparación con el obtenido con giberelinas. Por otra parte Nothmann (1982) evaluó la respuesta varietal de diferentes cultivares de berenjena a la aplicación de un regulador de crecimiento (Ácido 2,4-diclorofenoxiacético) en concentración de 2,5 ppm, los frutos tratados alcanzaron un tamaño normal, tomando en cuenta las diferencias varietales.

Biozyme se evaluó en calabaza, con el objetivo de mejorar el tamaño del fruto entre otras características. Los resultados obtenidos para esta y otras variables analizadas no fueron influenciadas significativamente por la aplicación de este producto (FHIA, 2008).

En relación a los efectos fisiológicos de las fitohormonas presentes en Biozyme®, Azcón-Bieto y Talón (2008), señalan que las giberelinas (GAs) entre otros efectos, activan la división celular al acortar la interfase del ciclo celular, también modifican la extensibilidad de la pared celular. El efecto fisiológico de las auxinas se debe en gran medida al alargamiento o elongación de las células, estas favorecen el crecimiento porque modifican la extensibilidad celular, las citoquininas están implicadas en la división celular entre otros procesos fisiológicos. En este ensayo el tamaño del fruto no se vio incrementado significativamente. Como se mencionó antes, se debe tener en cuenta la genética de la variedad, las condiciones medioambientales, el producto

utilizado, las concentraciones y frecuencias de aplicación. Todos estos factores influyen en la respuesta de un cultivo a un determinado bioestimulante.

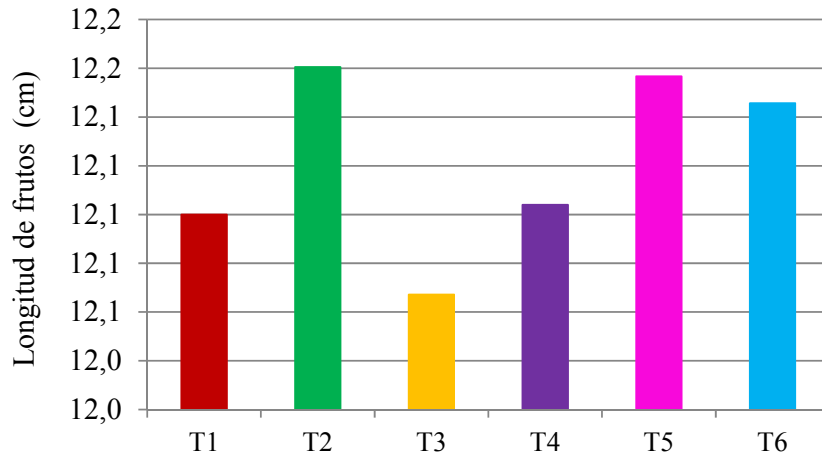


Figura 8. Longitud de frutos por tratamiento. Tratamientos concentración x frecuencia: T1: 1 mL/L x 7 días, T2: 1 mL/L x 14 días, T3: 1 mL/L x 21 días, T4: 2 mL/L x 7 días, T5: 2 mL/L x 14 días, T6: 2 mL/L x 21 días. No se encontraron interacciones entre los factores estudiados, tampoco diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).

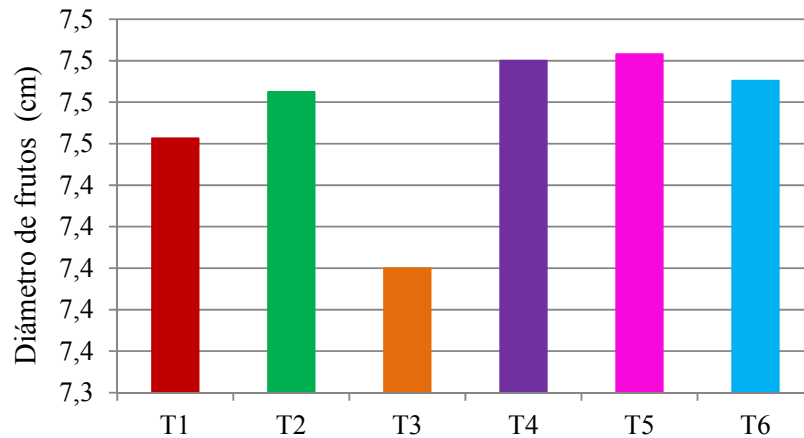


Figura 9. Diámetro ecuatorial de frutos por tratamiento. Tratamientos concentración x frecuencia: T1: 1 mL/L x 7 días, T2: 1 mL/L x 14 días, T3: 1 mL/L x 21 días, T4: 2 mL/L x 7 días, T5: 2 mL/L x 14 días, T6: 2 mL/L x 21 días. No se encontraron interacciones entre los factores estudiados, tampoco diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ($p < 0,05$).

Durante el desarrollo del ensayo, el tamaño de los frutos no se vio incrementado significativamente por ninguno de los factores estudiados, ni por la combinación de estos en los diferentes tratamientos evaluados, incluido el tratamiento 1 (tratamiento control). Si, el único objetivo de la aplicación de este bioestimulante fuera mejorar las dimensiones del fruto, entonces aplicar este producto durante toda la temporada no se justifica, ya que elevaría los costos de producción. Considerando que esta práctica es habitual en el cultivo de berenjena y que la frecuencia y dosis no mostraron diferencias significativas, desde el punto de vista económico es conveniente realizar la aplicación del producto cada 21 días y emplear la concentración más baja.

Observaciones Generales

Durante la etapa de desarrollo de frutos, una cantidad limitada de estos presentó desarrollo anormal, observándose frutos con bifurcaciones. Sin embargo, esta situación se observó tanto en el tratamiento testigo, como en plantas de otros invernaderos tratadas con otro bioestimulante utilizado por el productor. Este desarrollo anormal se produjo en todos los productores que tenían esta variedad, lo que podría deberse a condiciones de temperatura y/o humedad. En tomate condiciones de humedad y temperaturas inferiores al óptimo provocaron cuajado defectuoso, ovario deforme y frutos deformes (Valerio, 2012). La deformación observada en los frutos de berenjena, en este ensayo, fue muy similar a la deformación de frutos de tomate antes mencionada, debiéndose posiblemente más a la combinación de características genéticas y ambientales, que un posible efecto del bioestimulante.

Análisis económico

Se realizó el cálculo de los ingresos y costos del cultivo en cada tratamiento para obtener el margen bruto.

Costos

Para realizar el cálculo de los costos del cultivo, se llevó un registro con las labores realizadas en éste; tales como aplicación de fertilizantes, agroquímicos (pesticidas y la aplicación del producto bioestimulante), labores de cosecha, desmalezamiento y riego. Para cada labor se contabilizaron las jornadas/hombre requeridas. La información antes descrita correspondió a los costos directos de producción del cultivo.

El uso del bioestimulante como insumo fue distinto en cada tratamiento, esto debido a las distintas combinaciones de frecuencia y concentración. En cada aplicación realizada, se llevó registro de la cantidad de producto utilizado en cada tratamiento, para estimar el costo por hectárea que significó el uso de Biozyme® en cada tratamiento (Cuadro 4).

Cuadro 4. Costos del producto bioestimulante Biozyme® asociado a la concentración.

| Tratamiento | Frecuencias de aplicación | Dosis (m/L) | Volumen de Biozyme® (mL) | Gasto producto (L/ha) | Costos en Biozyme® (\$/ha) |
|-------------|---------------------------|-------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|
| T1 | 7 | 1 | 44 | 4,4 | 87.126 |
| T2 | 14 | 1 | 22 | 2,4 | 47.521 |
| T3 | 21 | 1 | 16 | 1,6 | 31.689 |
| T4 | 7 | 2 | 88 | 8,7 | 174.252 |
| T5 | 14 | 2 | 48 | 4,8 | 95.042 |
| T6 | 21 | 2 | 32 | 3,2 | 63.354 |

En el Cuadro 4, se detalla la cantidad total de producto utilizado durante toda la temporada, para cada tratamiento. En los tratamientos 1, 2, 3 y 6, el volumen de producto fue menor, debido a la menor concentración empleada y la frecuencia de 21 días para el T6. Los valores en la columna de Costos, no consideran los costos de aplicación. Sin embargo, los costos antes mencionados se consideraron en el cálculo final del margen bruto.

El precio de venta del producto en el mercado en los meses de desarrollo del ensayo fue de \$20.000/L (venta en envases de 1 litro).

El tratamiento con mayor volumen de producto requerido fue el tratamiento 4, esto por la aplicación más frecuente (cada 7 días) y el uso de 2 mL/L, por lo tanto el costo para lograr cubrir las aplicaciones de toda la temporada de producción fue mayor. En cada concentración los tratamientos que presentaron menor gasto de producto correspondieron a los tratamientos 3 (1 mL/L) y 6 (2 mL/L), ambos con una frecuencia de aplicación de 21 días, donde el T3 que tiene la concentración más baja logró un ahorro del 82% con respecto al T4 (Cuadro 4).

El ahorro en gasto total de producto que representa cada tratamiento es importante para el cálculo de los costos y finalmente para el margen bruto. El Cuadro 5, contiene los distintos costos que componen los costos directos del cultivo de berenjena para este ensayo.

Cuadro 5. Componentes de los costos directos del cultivo de berenjenas llevados a valores por hectárea.

| Costos | Tratamientos | | | | | |
|--------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
| | ----- \$/ha ----- | | | | | |
| Costos cultivo | 3.146.842 | 3.146.842 | 3.146.842 | 3.146.842 | 3.146.842 | 3.146.842 |
| Costos Biozyme® | 87.126 | 47.521 | 31.681 | 174.252 | 95.042 | 63.354 |
| MO aplicación Biozyme® | 89.117 | 48.609 | 32.406 | 89.117 | 48.609 | 32.406 |
| Total C. directos | 3.323.085 | 3.242.972 | 3.210.929 | 3.410.211 | 3.290.493 | 3.242.602 |

En el Cuadro 5, los costos del cultivo correspondieron a la inversión en agroquímicos, fertilizantes y jornadas/hombre para las distintas labores de producción. La mano de obra, correspondió a las jornadas/hombre requeridas exclusivamente para la aplicación del producto bioestimulante. Considerando los valores promedio, los tratamientos 1 (1 mL/L, 7 días) y 4 (2 mL/L, 7 días) requieren mayor inversión en este ítem, representando un 46% más que los tratamientos 2 (1 mL/L, 14 días) y 5 (2 mL/L, 14 días), y un 64% más que los tratamientos 3 (1 mL/L, 21 días) y 6 (2 mL/L, 21 días). Los tratamientos 3 y 6, son los que requieren menos gasto en mano de obra por la menor frecuencia de aplicación del producto (cada 21 días).

La aplicación del bioestimulante, en este ensayo, fue a la planta completa, a diferencia de otros reguladores de crecimiento utilizados en el cultivo de berenjena en la localidad de Chañar Blanco, los que se aplican dirigidos directamente a la flor, mediante pulverizadores manuales. Esta labor la debe desempeñar mano de obra externa especializada, incrementando los costos del cultivo. Debido a la falta de información disponible en nuestro país, acerca del cultivo de la berenjena y de los costos asociados a este, se elaboró una ficha técnica (Cuadro 1, Apéndice II) con información obtenida directamente en terreno y de los agricultores. En esta ficha técnica, el regulador de crecimiento considerado en los costos corresponde al que se utilizaba tradicionalmente en la zona, el cual se asperjaba directamente a la flor y que requería contratar mano de obra externa y especializada. Los costos obtenidos en mano de obra, para realizar la aplicación de reguladores de crecimiento a las flores y considerados en la ficha técnica antes mencionada resultaron ser más elevados que los necesarios para la aplicación de Biozyme®, superando en un 83% a los tratamientos 1 y 4, los cuales presentan los costos más altos en mano de obra para la aplicación del producto evaluado en este ensayo. En relación a la compra del producto más utilizado en esta localidad se debe invertir un 10% más que en el T4, tratamiento que demanda más gasto de producto y por lo tanto mayores costos asociados.

Debido, al uso de bomba de espalda para la aplicación del producto evaluado en este ensayo (a la planta completa), se reduce considerablemente el tiempo total empleado en cada aplicación a una determinada superficie de cultivo. Por el motivo antes mencionado, esta actividad la puede llevar a cabo la mano de obra estable que trabaja en el predio, que también se encarga de las otras labores del cultivo, sin recurrir a mano de obra externa.

Ingresos

Para el cálculo de los ingresos por venta, se consideraron los precios percibidos por el agricultor en cada semana de cosecha, información obtenida directamente del intermediario que compraba los frutos. La venta de frutos de berenjena fue por unidad, entregadas al intermediario en cajas plataneras con 100 unidades cada una. Al comienzo de la temporada se alcanzaron los mejores valores de transacción, los precios disminuyeron conforme avanzaba el período de cosecha. En función de estos se obtuvieron los ingresos por planta para cada tratamiento (Figura 10).

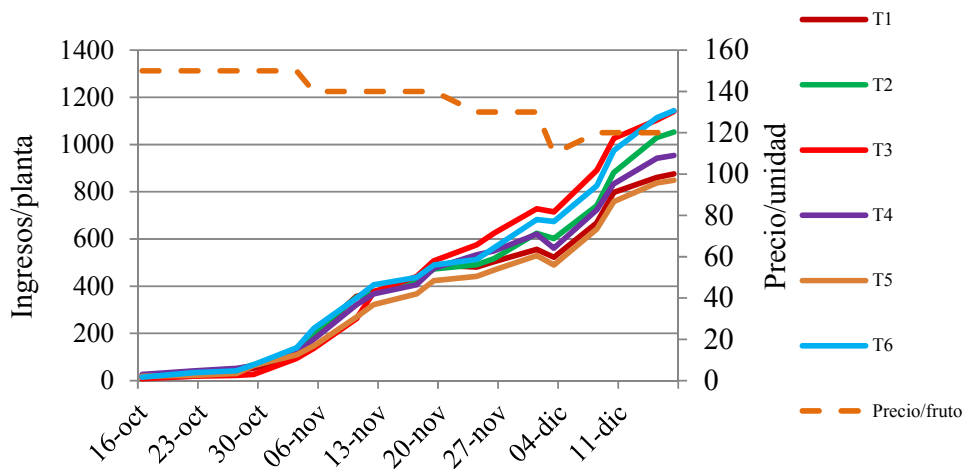


Figura 10. Progresión de precios/unidad e ingreso acumulado/planta obtenido a lo largo de la temporada para cada tratamiento (T1: 1 mL/L x 7 días, T2: 1 mL/L x 14 días, T3: 1 mL/L x 21 días, T4: 2 mL/L x 7 días, T5: 2 mL/L x 14 días, T6: 2 mL/L x 21 días).

Los valores promedio obtenidos en los ingresos/planta fueron más altos en los tratamientos T3 (1 mL/L x 21 días) y T6 (2 mL/L x 21 días) al final de la temporada.

El precio de comercialización más alto pagado por los frutos de berenjena, fue de \$150/fruto al comienzo de la temporada, al finalizar el ensayo el valor cayó a \$120/fruto.

Considerando las condiciones climáticas en las que se desarrolla un cultivo forzado, condiciones que afectan procesos tan importantes como la cuaja de frutos. La aplicación de reguladores de crecimiento y/o bioestimulantes es una práctica que se realiza entre otras razones para lograr producciones más precoces y alcanzar mejores precios. Los primeros frutos cosechados de las plantas de este ensayo, alcanzaron un precio de \$150/fruto en el mes de octubre del año 2010. El año siguiente en el mismo mes el precio pagado por los frutos de berenjena ascendió a \$168/fruto, en tanto el precio el año 2012 el mismo mes fue de \$112 /fruto, los precios van disminuyendo conforme avanza la temporada (Agroportal, 2012). Los precios alcanzados por los diferentes cultivos hortícolas van cambiando año a año, en esta variación influyen muchos factores. A pesar de estas fluctuaciones de precios, los valores alcanzados por las producciones tempranas son siempre más elevados que los precios pagados al final de la temporada. Considerando esta información la ventaja de obtener producciones más precoces es muy importante económicamente.

Margen bruto

Para obtener el margen bruto del cultivo a los ingresos obtenidos por la venta de los frutos, se le restó los costos directos de producción del cultivo.

En el Cuadro 6 se muestra la información por tratamiento en base a valores por hectárea.

Cuadro 6. Componentes del margen bruto del ensayo de Biozyme ® en base a una hectárea de berenjenas.

| Tratamientos | Ingresos | Costos directos | Margen bruto |
|-------------------|------------|-----------------|--------------|
| ----- \$/ha ----- | | | |
| T1 ¹ | 15.924.363 | 3.323.085 | 12.601.278 |
| T2 | 18.928.410 | 3.242.972 | 15.685.437 |
| T3 | 20.490.847 | 3.210.929 | 17.279.918 |
| T4 | 17.336.807 | 3.410.211 | 13.926.596 |
| T5 | 15.391.051 | 3.290.493 | 12.100.558 |
| T6 | 20.515.846 | 3.242.602 | 17.273.244 |

¹ T1: 1 mL/L x 7 días. T2: 1 mL/L x 14 días. T3: 1 mL/L x 21 días. T4: 2 mL/L x 7 días. T5: 2 mL/L x 14 días. T6: 2 mL/L x 21 días.

En el Cuadro 6 se observa que los valores más altos para el margen bruto fueron obtenidos por los tratamientos 3 y 6, el primero es un 0,04% mayor que el T6. Considerando lo anterior y que los resultados expuestos en las variables número de frutos cosechados y rendimiento no presentaron diferencias significativas entre las distintas combinaciones de frecuencias de aplicación y concentraciones utilizadas, la decisión de que concentración emplear debería contemplar la concentración más baja y la menor frecuencia, para no incurrir en mayor gasto de producto a lo largo de la temporada.

Con todos los resultados obtenidos de este ensayo, se recomienda utilizar 1 mL/L y aplicar cada 21 días, para así lograr reducir los costos del cultivo y obtener buenos rendimientos considerando las características específicas de la variedad, de la zona y condiciones climáticas en las que se desarrolló el cultivo.

CONCLUSIONES

La aplicación de Biozyme®, en tres frecuencias y dos concentraciones no manifiesta diferencias en cuaja, masa, calibre y rendimiento final del cultivo de berenjenas.

Aplicaciones de Biozyme® cada 21 días con una concentración de 1 mL/L a la planta completa permitirían reducir costos respecto de aplicaciones del mismo producto en concentraciones más altas y con mayor frecuencia. Esto debido a que los productores de berenjena aplican reguladores de crecimiento o bioestimulantes dirigidos a la flor en lugar de la planta completa, implicando mayor contrato de mano de obra especializada.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Acciarri, N., F. Restaino, G. Vitelli, D. Perrone, M. Zottini, T. Pandolfini, A. Spena and G. Rotini. 2002. Genetically modified parthenocarpic eggplants: Improve fruit productivity under both greenhouse and open field cultivation. *BMC Biotechnology* 2:1-7.

Agroportal. 2012. Información de precios de frutas, hortalizas y flores. Disponible en: http://146.83.42.215/fru_hortal/buscar_horta_fru.php. Leído el 31 de octubre de 2012.

Agüero, M., G. Barral, N. Miguelisse y O. Castillo. 2007. Establecimiento y desarrollo en el cultivo forzado de tomate: aplicación de dosis variables de fitoreguladores. *FCA UNCuyo XXXIX* (1): 123-131.

Altamirano, O. 2010. Estudio de dosis y épocas de aplicación del regulador de crecimiento vegetal "Satisfy" en pimientos híbridos Quetzal y Tres Puntas en condiciones de riego. Memoria Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Los Ríos, Ecuador. 74p. disponible en: <http://repositorio.utb.edu.ec:8080/bitstream/123456789/1122/1/TESIS%20DE%20GRADO%20OSCAR%20ALTAMIRANO%20CEDE%20C3%91O.pdf>. Leído el 13 de diciembre de 2012.

Araméndiz, H., C. Cardona y M. Espitia. 2009. Caracterización de la morfología floral de dos cultivares de berenjena (*Solanum melongena* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 62(2): 5125-5134.

Arista Lifescience. 2012. Catálogo de productos bioestimulantes. Disponible en: <http://www.arystalifescience.cl/pdf.asp?ficha=BIOZYME%20TF>. Leído el 20 diciembre de 2012.

Azcón-Bieto, J., y M. Talón. 2008. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. 2ª ed. Editorial Mc Graw Hill. Madrid, España. 651 p.

Boyaci, H., A. Oguz, M. Unlu, B. Denizer and K. Abak. 2009. Growth, pollen quality and fruit characteristics of some parthenocarpic and non- parthenocarpic eggplants in unheated greenhouse. *Acta Horticulturae* 807:239-244.

Boyaci, H., A. Oguz, K. Meryem and A. Eren. 2011. The efficacy of endogenous gibberellic acid for parthenocarpy in eggplant (*Solanum melongena* L.). *African Journal of Biotechnology* 10(34): 6522-6528.

Castillo, O., G. Barral, G. Rodríguez, N. Miguelisse y M. Agüero. 2005. Establecimiento y desarrollo en el cultivo forzado de tomate: efecto de fitoreguladores. *FCA UNCuyo XXXVII* (2): 83-91.

Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA). 2002. Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Universidad de Costa Rica, Laboratorio de suelos y foliares. Disponible en:

<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf#page=110>. Leído el 5 de enero de 2013.

Chen, N.C. and H.M. Li. 1996. Cultivation and breeding of eggplant. Asian Vegetable Research and Development Center. Disponible en: http://libnts.avrc.org.tw/fulltext_pdf/eam0137.pdf. Leído el 10 octubre de 2011.

Contreras, J. 1994. Evaluación de cuatro reguladores de crecimiento para cuaja y desarrollo de frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernaderos fríos en la comuna de Olmué. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 77 p.

De Jong, M., C. Mariani and W. Vriezen. 2009. The role of auxin and gibberellins in tomato fruit set. *Journal of Experimental Botany* 60 (5): 1523-1532.

Dirección meteorológica de Chile (DMC), Chile. 2008. Guía climática práctica. Disponible en: <http://164.77.222.61/climatologia/>. Leído el 28 de noviembre de 2011.

Fundación de Desarrollo Agropecuario (FDA). 1994. Cultivo de berenjena. Centro para el desarrollo agropecuario y forestal. Boletín Técnico N° 21, Santo Domingo, República Dominicana. 32 p.

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 2008. Programa de hortalizas. Informe técnico de hortalizas. Centro de Comunicación Agrícola. La Lima, Honduras. Disponible en: http://fhia.info/downloads/informes_tecnicos/it2008hortalizas.pdf#page=15. Leído el 3 de diciembre de 2012.

García-Martínez, J.L. 2004. Metabolismo de giberelinas y su regulación. p. 23 *In*: Universidad de Salamanca (Ed). Metabolismo y modo de acción de fitohormonas. Rodríguez, M.D. y C.N. Rodríguez, Salamanca, España. 181 p. disponible en: <http://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=eebG-x1BNkAC&oi=fnd&pg=PA23&dq=metabolismo+y+modo+de+accion+de+fitohormonas&ots=1Lj0uKryN2&sig=8XXdr9xCSKpTx5QtYcC0ISA6V3c#v=onepage&q&f=true> Leído el 15 de noviembre de 2011.

Gorguet, B., A. Van Heusden and P. Lindhout. 2004. Parthenocarpic fruit development in tomato. *Plant Biology* 7:131-139.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile. 1995. Suelos y climas del Valle del Huasco y sus alternativas de cultivo. Disponible en: http://www.inia.cl/uvaconcagua/docs/literatura/Suelo_Clima_Valle_del_Huasco.pdf. Leído el 20 de diciembre de 2011.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Chile. Censo Agropecuario 2007. Disponible en: <http://www.censoagropecuario.cl/noticias/08/6/10062008.html>. Leído el 6 de enero de 2012.

Kikuchi, K., I. Honda, S. Matsuo, M. Fukuda y T. Saito. 2008. Stability of fruit set of newly selected parthenocarpic eggplant lines. *Scientia Horticulturae* 115: 111–116.

Kowalska, G. 2006. Eggplant (*Solanum melongena* L.) flowering and fruiting dynamics depending on pistil type as well as way of pollination and flower hormonization. *Folia Horticulturae* 18(1): 17-29.

Kowalska, G. 2008. Flowering biology of eggplant and procedures intensifying fruit set review. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 7(4): 63-76.

Ministry of Environment and Forests (MEF), Department of Biotechnology, India. 2007. Biology of Brinjal. Disponible en: <http://dbtbiosafety.nic.in/guidelines/brinjal.pdf>. Leído el 16 Septiembre de 2011.

Morales, J. y W. Stall. 2002. Comparación de ocho reguladores y estimulantes de crecimiento en el rendimiento y calidad de ají (*Capsicum annuum* L.). *Revista Esporas* I (3): 93-106.

Nothmann, J. 1982. Varietal response of different eggplant cultivars to plant growth regulator treatments. *Acta Horticulturae* 137:315-320.

Nothmann, J. 1986. Fruiting of eggplant in a mild winter climate. *Acta Horticulturae* 191:315-320.

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Chile. 2012. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/menu/MacroRubros.action;jsessionid=1EA374423FA3E683C5CD139201768450?rubro=agricola&reporte=>. Leído el 3 de julio de 2010.

Pandolfini, T. 2009. Seedless fruit production by hormonal regulation of fruit set. *Nutrients* 1: 168-177.

Quintalan, L. y M. Rojas. 1990. Efecto de tres fitoreguladores en el desarrollo y rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Agrociencia* 2(1):7-15.

Ramírez, E., C. Castillo, E. Aceves y E. Carrillo. 2005. Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en Chile “habanero”. *Revista Chapingo, Serie Horticultura* 11(1): 93-98.

Rappaport, L. 1957. Effect of gibberellin on growth, flowering and fruiting of the earlypak tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Plant Physiology* 32(5): 440-445.

Ravestijn, M. 1983. Improvement of fruit in eggplants with 4-CPA (Tomatomone). *Acta Horticulturae* 137: 321-327.

Saito, T., T.Yoshida, S. Monma, H.Matsunaga, T. Sato, A. Saito and T. Yamada. 2009. Development of the parthenocarpic eggplant cultivar "Anominori". *JARQ* 43(2): 123-127.

Schmidt, R., E. Ervin y X. Zhang. 2003. Questions and answers about biostimulants. Virginia Polytechnic Institute and State University, Department of crop and soil environmental science, Blacksburg, EE.UU. Disponible en: <http://www.greaturfcompany.com/wp-content/uploads/2012/01/QA-about-biostimulants.pdf>. Leído el 17 de diciembre de 2012.

Sekara, A. y M. Bieniasz. 2008. Pollination, fertilization and fruit formation in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Acta Agrobotánica* 61(1):107-113.

Semillas Music. 2010. Catálogo Hortalizas. Disponible en: <http://www.semillasmusic.cl/berenjena.html>. Leído el 16 de junio de 2010.

Serrano, Z. 1976. Cultivo de la Berenjena. Hojas Divulgadoras del ministerio de agricultura N° 19-76 HD. Madrid, España. Disponible en: http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1976_19.pdf. Leído el 20 de junio de 2010.

Sharma, M. 2006. Effect of plant growth regulators on growth and yield of brinjal at Khajura Banke. *Journal Institute Agriculture Animal Science* 27: 153-156.

Uzun, S. 2007. Effect of light and temperature on the phenology and maturation of the fruit of eggplant (*Solanum melongena* L.) grown in greenhouses. *Journal of Crop and Horticultural Science* 35(1): 51-59.

Valerio, M. 2012. Impacto de temperaturas extremas en el tomate. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/articulo/29197/impacto-de-temperaturas-extremas-en-el-tomate>. Leído el 3 de noviembre de 2012.

ANEXO

Figura 1: Heteromorfismo estilar en berenjena. I. Flores de estilo corto, II. Flores de estilo medio, III. Flores de estilo largo (Fuente: Sekara y Bieniasz, 2008).



I.



II.



III.

APÉNDICE I

Cuadro 1: Temperaturas diarias mínimas, máximas y medias del mes de Septiembre.
Chañar Blanco, III Región. 2010.

| DÍA | TEMP.MÍNIMA | TEMP.MÁXIMA | PROMEDIO |
|-------|-------------|-------------|----------|
| 1 | 11,8 | 34,5 | 23,1 |
| 2 | 6,7 | 32,3 | 19,5 |
| 3 | 10,8 | 38,3 | 24,5 |
| 4 | 6,3 | 37,3 | 21,8 |
| 5 | 7,8 | 29,6 | 18,7 |
| 6 | 5,9 | 30,6 | 18,2 |
| 7 | 12,0 | 28,2 | 20,1 |
| 8 | 8,1 | 38,2 | 23,1 |
| PROM. | 8,6 | 33,6 | 21,1 |

Cuadro 2: Temperaturas diarias mínimas, máximas y medias del mes de Octubre.
 Chañar Blanco, III Región. 2010.

| DÍA | TEMP.MÍNIMA | TEMP.MÁXIMA | PROMEDIO |
|--------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 1 | 7,4 | 38,4 | 22,9 |
| 2 | 11,1 | 42,7 | 26,9 |
| 3 | 11,3 | 34,3 | 22,8 |
| 4 | 7,8 | 29,7 | 18,7 |
| 5 | 9,4 | 38,9 | 24,1 |
| 6 | 10,0 | 28,4 | 19,1 |
| 7 | 7,7 | 35,6 | 21,6 |
| 8 | 10,1 | 43,8 | 26,9 |
| 9 | 8,8 | 40,7 | 24,7 |
| 10 | 12,0 | 39,2 | 25,6 |
| 11 | 11,00 | 35,8 | 23,4 |
| 12 | 11,4 | 32,2 | 21,8 |
| 13 | 10,2 | 32,5 | 21,3 |
| 14 | 8,9 | 35,9 | 22,4 |
| 15 | 8,8 | 36,5 | 22,6 |
| 16 | 8,4 | 37,2 | 22,8 |
| 17 | 10,0 | 39,3 | 24,6 |
| 18 | 10,8 | 34,1 | 22,4 |
| 19 | 10,4 | 34,8 | 22,6 |
| 20 | 10,3 | 34,6 | 22,4 |
| 21 | 10,4 | 33,1 | 21,7 |
| 22 | 11,3 | 34,7 | 23,0 |
| 23 | 8,6 | 32,8 | 20,7 |
| 24 | 8,8 | 40,2 | 24,5 |
| 25 | 8,4 | 33,6 | 21,0 |
| 26 | 10,7 | 32,5 | 21,6 |
| 27 | 10,4 | 29,7 | 20,0 |
| 28 | 9,6 | 33,2 | 21,4 |
| 29 | 10,0 | 31,5 | 20,8 |
| 30 | 9,0 | 37,6 | 23,5 |
| 31 | 9,0 | 41,9 | 25,7 |
| PROM. | 9,7 | 35,6 | 22,7 |

Cuadro 3: Temperaturas diarias mínimas, máximas y medias del mes de Noviembre.
 Chañar Blanco, III Región. 2010.

| DÍA | TEMP.MÍNIMA | TEMP.MÁXIMA | PROMEDIO |
|--------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 1 | 9,9 | 41,7 | 25,8 |
| 2 | 11,0 | 39,8 | 25,3 |
| 3 | 13,0 | 42,2 | 27,5 |
| 4 | 12,0 | 31,8 | 21,7 |
| 5 | 10,4 | 35,9 | 23,1 |
| 6 | 11,1 | 34,3 | 22,7 |
| 7 | 13,0 | 38,8 | 25,7 |
| 8 | 11,0 | 36,4 | 23,5 |
| 9 | 11,5 | 38,6 | 25,0 |
| 10 | 10,8 | 33,3 | 22,0 |
| 11 | 10,6 | 37,4 | 24,0 |
| 12 | 11,0 | 29,3 | 20,1 |
| 13 | 10,5 | 35,6 | 23,0 |
| 14 | 11,3 | 38,1 | 24,7 |
| 15 | 11,1 | 30,6 | 20,8 |
| 16 | 11,1 | 32,4 | 21,7 |
| 17 | 11,0 | 37,2 | 24,0 |
| 18 | 11,3 | 31,5 | 21,4 |
| 19 | 11,5 | 33,5 | 22,5 |
| 20 | 12,0 | 38,1 | 25,0 |
| 21 | 11,6 | 36,4 | 24,0 |
| 22 | 11,4 | 31,6 | 21,5 |
| 23 | 11,7 | 39,5 | 25,6 |
| 24 | 12,6 | 31,7 | 22,1 |
| 25 | 12,4 | 34,2 | 23,3 |
| 26 | 12,1 | 34,9 | 23,5 |
| 27 | 12,4 | 34,4 | 23,4 |
| 28 | 11,7 | 34,7 | 23,2 |
| 29 | 11,6 | 36,3 | 23,9 |
| 30 | 11,4 | 41,4 | 26,4 |
| PROM. | 11,4 | 35,7 | 23,5 |

Cuadro 4: Temperaturas diarias mínimas, máximas y medias del mes de Diciembre.
Chañar Blanco, III Región. 2010.

| DÍA | TEMP.MÍNIMA | TEMP.MÁXIMA | PROMEDIO |
|--------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 1 | 11,7 | 33,0 | 22,3 |
| 2 | 11,6 | 40,0 | 26,0 |
| 3 | 11,3 | 35,4 | 23,3 |
| 4 | 11,4 | 37,0 | 24,0 |
| 5 | 11,4 | 37,2 | 24,3 |
| 6 | 11,5 | 39,0 | 25,2 |
| 7 | 11,7 | 36,4 | 24,0 |
| 8 | 11,3 | 34,3 | 23,0 |
| 9 | 11,5 | 40,0 | 26,0 |
| 10 | 11,4 | 33,4 | 22,4 |
| 11 | 11,8 | 38,1 | 25,0 |
| 12 | 11,8 | 37,0 | 24,4 |
| 13 | 12,3 | 33,0 | 23,0 |
| 14 | 12,2 | 34,0 | 24,0 |
| 15 | 12,2 | 32,0 | 22,0 |
| 16 | 12,3 | 41,2 | 27,0 |
| 17 | 12,1 | 28,4 | 20,3 |
| 18 | 19,3 | 23,0 | 21,0 |
| 19 | 20,0 | 30,0 | 25,0 |
| 20 | 21,0 | 36,0 | 28,3 |
| 21 | 22,1 | 30,4 | 26,2 |
| 22 | 21,0 | 30,4 | 26,0 |
| PROM. | 13,8 | 34,5 | 24.1 |

APENDICE II

Cuadro 1: Ficha técnico económica de 1 hectárea de berenjenas. Localidad Chañar Blanco, Vallenar. (Fuente: Elaborado por el autor).

| Ficha técnico económica berenjenas cv. 'Tasca F₁' cultivadas bajo plástico | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| COMPONENTES DEL MARGEN BRUTO | VALOR (\$/ha) |
| Mano de obra | |
| JH otras labores del cultivo | 1.863.888 |
| JH aplicación de regulador de crecimiento | 555.555 |
| Tomatomone | |
| Total mano de obra cultivo | 2.419.443 |
| Insumos | |
| Insumos cultivo (fertilizantes, agroquímicos, etc. | 2.300.972 |
| Regulador de crecimiento Tomatomone | 192.977 |
| Total insumos cultivo | 2.493.949 |
| Costos totales del cultivo (total mano de obra y total insumos del cultivo). | 4.913.392 |
| Ingresos cultivo | 13.333.611 |
| MARGEN BRUTO CULTIVO | 8.420.219 |