

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

**EFECTO DE LA INTERCEPTACIÓN DE LUZ, PRODUCTO DE LA DENSIDAD
DE PLANTACIÓN Y SISTEMA DE TUTORADO, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE
CAIGUA (*Cyclanthera pedata* L. Schrad.) CULTIVADA BAJO SOMBREADERO**

CELESTE ALICIA MEDINA OVIEDO

**SANTIAGO DE CHILE
2018**

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

EFECTO DE LA INTERCEPTACIÓN DE LUZ, PRODUCTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN Y SISTEMA DE TUTORADO, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAIGUA (*Cyclanthera pedata* L. Schrad.) CULTIVADA BAJO SOMBREADERO

LIGHT INTERCEPTION EFFECT AS A RESULT OF PLANT DENSITY AND TRAINING SYSTEM IN CAIGUA (*Cyclanthera pedata* L. Schrad) PRODUCTION UNDER SHADED SCREENHOUSE

CELESTE ALICIA MEDINA OVIEDO

**SANTIAGO DE CHILE
2018**

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

EFFECTO DE LA INTERCEPTACIÓN DE LUZ, PRODUCTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN Y SISTEMA DE TUTORADO, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAIGUA (*Cyclanthera pedata* L. Schrad.) CULTIVADA BAJO SOMBREADERO

**Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniera Agrónoma**

CELESTE ALICIA MEDINA OVIEDO

PROFESORES GUÍAS:	Calificaciones
Sr. Ricardo Pertuzé Concha Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	6,4
Cecilia Baginsky Guerrero Ingeniero Agrónomo, Dr.	5,8
PROFESORES EVALUADORES	
Sr. Gabino Reginato Meza Ingeniero Agrónomo, Mg. Cs.	5,8
Sr. José Luis Henríquez Sáez Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	6,7

**SANTIAGO DE CHILE
2018**

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres, Alicia y Jaime, por ser siempre un apoyo incondicional, por ser la base de todos mis logros y por entregarme tanto amor. Los años en la universidad y el tiempo de desarrollo de esta investigación no serían posibles sin su ayuda y comprensión. Gracias por enseñarme a ser responsable, a terminar lo que comienzo y a exigirme siempre un poco más, porque tienen una confianza absoluta en mis capacidades.

Gracias a mi hermano Daniel, por sus consejos universitarios, por mostrarme esta carrera, por alentarme a estudiarla. Gracias por quererme tanto y por ser el mejor (y único) hermano mayor que la vida me entregó.

También agradezco a Aníbal Araya, Washington Flores y Verónica Flores, quienes aportaron en todo el proceso experimental del estudio. Don Washington y doña Verónica siempre nos recibieron a Aníbal y a mi en su casa, compartieron su mesa y sus experiencias de vida con nosotros, gracias por ello. Además, quiero agradecer a Alan Pinto por su apoyo en el análisis estadístico de los resultados y por los consejos entregados para el desarrollo del escrito de la memoria.

A los amigos hechos en toda la etapa universitaria y los que estaban de antes, gracias por dejarme aprender de cada uno de ustedes. Agradezco a Sasha por estar presente durante los años de estudio que tuvimos en paralelo, por su paciencia, empatía y por mostrarme que todo siempre es más sencillo de lo que uno cree.

Por último y no menos importante, agradezco a mis profesores guías, Cecilia Baginsky Guerrero y Ricardo Pertuzé Concha por sus consejos, comentarios, por ser los creadores intelectuales de esta memoria, por querer mejorar cada detalle de la investigación y por su disposición y tiempo entregado al desarrollo de este trabajo.

*Dedicado a mis cuatro abuelos
que hoy solo viven en la memoria
de quienes los recordamos y a
toda mi familia, la base y el
origen de lo que soy.*

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis	5
Objetivo	5
MATERIALES Y MÉTODO	6
Lugar de estudio.....	6
Materiales.....	6
Material vegetal.....	6
Metodología	6
Tratamientos y diseño estadístico	6
Manejo del cultivo.....	8
Evaluaciones	8
Evaluación del estado fenológico.....	9
Inicio de floración.....	9
Inicio de cosecha	9
Interceptación de luz	9
Evaluación del rendimiento.....	10
Peso de cosecha	10
Evaluación de los componentes del rendimiento y características de los frutos.....	10
Peso del fruto.....	10
Número de frutos	10
Largo y ancho del fruto	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
Estado fenológico.....	11
Inicio de floración.....	11
Inicio de cosecha.	11
Interceptación de luz	12
Interceptación al comenzar la cosecha	12

Interceptación de luz al término de la cosecha.....	13
Rendimiento	15
Peso de cosecha	15
Componentes del rendimiento y características de los frutos	16
Peso del fruto.....	16
Número de frutos.....	18
Largo y ancho del fruto	19
CONCLUSIONES.....	22
BIBLIOGRAFÍA	23
APÉNDICE I.....	25

RESUMEN

La caigua (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrad.) fue una especie tradicionalmente cultivada por pueblos andinos y, en la actualidad, desconocida. Comercialmente se cultiva en la localidad de Camarones, ubicada en la Región de Atacama, con una baja producción y poca tecnología en su manejo agronómico. Por esta razón, se evaluó su producción bajo dos densidades (0,5 plantas m⁻² y 0,25 plantas m⁻²) y dos tutorados (malla y cinta) con un diseño en Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de tratamiento de 2x2. La siembra se realizó en marzo de 2016 y el trasplante se llevó a cabo un mes después de la siembra (abril, 2016), en un sombreadero de 240 m², cubierto por una malla raschel azul y blanco que otorgó un 55% de sombra. Luego de un crecimiento vegetativo de aproximadamente dos meses (junio, 2016), se inició la floración, en tanto que la madurez de los frutos ocurrió dos meses después de la floración (agosto, 2016). No existió interacción entre los factores, pero si existió efecto de ambos por separado. En general, la mayor densidad de plantación demostró un mayor rendimiento en cuanto a número de frutos y peso de cosecha (89 versus 48 frutos y 4,8 versus 2,6 kg m⁻² en promedio). Por otra parte, el tutorado de malla fue más exitoso para la distribución de la luz interceptada por las plantas de caigua al terminar la cosecha, obteniendo un 36% de interceptación con cinta y un 41% con malla. Esto llevó a que las plantas tutoradas con malla fuesen productivas por más tiempo que las tutoradas con cinta, pudiéndose cosechar frutos aun después de los 60 días estimados para las evaluaciones.

Palabras claves: Caigua, manejo agronómico, rendimiento, cucurbitáceas.

ABSTRACT

Caigua (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrad.) is a traditional specie cultivated in Andean regions and actually has been displaced by other more commercially attractive vegetables. In Chile is being produced in Camarones, Atacama Region, but this production has low level of technology. For this reason, this study evaluates caigua production under two density conditions (0.5 plants m⁻² and 0.25 plants m⁻²) and two training system (net and strap) through a 2x2 factorial experiment run in a RCBD (Randomized Complete Block Design). The sowing took place in March, 2016, and the plants were transplanted in April, 2016 in a shaded screenhouse of 240 m² covered with a blue and white net that granted 55% shading. After two months of vegetative growth (June, 2016) the plants started flowering, getting mature fruits two month after flowering (August, 2016). Higher yields were obtained in higher densities, in terms of: number of fruits (89 fruits m⁻² versus 48 fruits m⁻²) and harvest weight (4.8 kg m⁻² versus 2.6 kg m⁻²). Light interception increases their value when the net was used in contrast with strap (41% versus 36%), at the end of harvest. This generated that plants conducted under net were productive for longer time than the ones trained with strap, producing fruits even after the 60 days estimated for evaluations.

Key words: Caigua, agricultural management, yield, cucurbitaceas.

INTRODUCCIÓN

Debido a la pérdida de diversidad genética de especies y variedades vegetales, es importante otorgar mayor interés a cultivos producidos desde tiempos ancestrales. Considerando esto, el norte de Chile representa una fuente diversa e importante de cultivos adaptados a esa zona y que son característicos de la región andina. Estos cultivos son conocidos y desarrollados por las poblaciones que habitan la zona norte del país y que los usan para su alimentación, pero la introducción de cultivos alimenticios foráneos y la desvalorización de las especies típicas, han originado una erosión genética vegetal, tanto a nivel de la región como a nivel país (Bastías, 1995).

Cyclanthera pedata (L.) Schrad., también conocida como caigua, achogcha o achojcha, entre otros, es una de las especies que han sido olvidadas. Es una planta de ciclo anual y hábito trepador, que pertenece a la familia de las Cucurbitáceas (Macchia et al., 2009). Su centro de origen se encuentra en América del Sur, específicamente en la zona de la Cordillera de Los Andes. Ha sido utilizada y cultivada desde tiempos remotos, presentándose en diversos países del cono sur, como son Bolivia, Brasil, Chile, Argentina y Perú, siendo en este último país donde se ha presentado un mayor desarrollo productivo y comercial (Cetrángolo, 2014; Costa et al., 2005)

La recuperación de estas especies desvalorizadas, tanto de un punto de vista agronómico como alimenticio, es altamente significativa. Así, por ejemplo, *C. pedata*, presenta propiedades nutricionales interesantes para la salud humana, entre las que destacan: efecto antiinflamatorio, hipoglicémico y reducción de los niveles del colesterol (De Tommasi, 1996). Estas tres propiedades son de importancia en la actualidad a nivel mundial, debido al aumento de patologías y enfermedades asociadas a estilos de vida poco saludables, entre ellos, la escasa frecuencia de actividad física y el aumento del consumo de alimentos calóricos (Savino, 2011).

Macchia et al. (2009) y Schwember et al. (2014) señalan que esta especie logra desarrollarse en una amplia gama de condiciones ambientales, lo que otorga nuevas posibilidades a la pequeña agricultura. A pesar de ello, los autores indican que las plantas de caigua prefieren climas tropicales y subtropicales. Se ha evidenciado que la temperatura promedio de crecimiento para la caigua fluctúa entre los 12°C y 18°C y la humedad relativa óptima varía entre el 80% y el 90%. Además, agregan que se desarrolla de mejor forma cuando el suelo es profundo, presenta un buen drenaje y un pH neutro (6,0 a 7,0).

En cuanto a sus características botánicas, se destaca por presentar órganos vegetativos glabros y tallos ramificados. Al ser una especie de hábito trepador, posee zarcillos, los que le permiten aferrarse a otras especies vegetales o a algún armazón dispuesto para su crecimiento; así, las caiguas se desarrollan y crecen a medida que logren sujetarse a una estructura que las sostenga. Sus hojas son de color verde oscuro por el haz y claro por el envés, están divididas en varios lóbulos de márgenes serrados y llegan a medir aproximadamente entre 10 y 16 cm (Berrío, 2006; Schwember et al., 2014).

Las hojas de la caigua son las que reciben la radicación fotosintéticamente activa que necesita para su crecimiento, productividad, calidad de frutos y para los procesos fisiológicos que realice. De acuerdo con la radiación fotosintética que se metaboliza en la planta, se puede evaluar la eficiencia de producción, que es determinada por el nivel de fotosíntesis y por el manejo de la especie, es decir, por el sistema de conducción y/o tutorado, la densidad de plantación, la poda, el raleo, entre otros. Específicamente, es la densidad de plantación la que establece la cantidad de luz interceptada, además de las condiciones morfológicas y anatómicas de las especies, como el tamaño y la forma de sus hojas y el índice de área foliar (IAF), que está relacionado directamente con la acumulación de hojas por unidad de suelo (Raffo e Iglesias, 2004).

En relación con lo anterior, *C. pedata* es una especie que se desarrolla mejor en condiciones de sombra, es decir, cuando la luz del sol no llega directamente a sus hojas. En zonas donde las condiciones climáticas son adecuadas para su crecimiento, como son clima tropical o subtropical y ambiente sombreado, su ciclo de crecimiento se extiende por tres a cuatro meses. La cosecha de esta especie comienza aproximadamente 100 a 120 días después del establecimiento de las plantas y llega a prolongarse por 45 a 60 días (Macchia et al., 2009).

En el hábitat natural de la caigua, su rendimiento potencial alcanza entre 15 y 20 t ha⁻¹ (Macchia et al., 2009). En Chile, específicamente en la zona norte, el rendimiento promedio de esta especie no supera las 6,5 t ha⁻¹, cifra similar al rendimiento promedio del Perú, donde se alcanzan las 7,3 t ha⁻¹ (Schwember et al., 2014).

Según Costa et al. (2005), la caigua es una especie vigorosa y con alto potencial de ramificación. Estas dos características le permiten adecuarse a diversos tipos de distancia de plantación y sistemas de conducción. Conforme a lo mencionado por Macchia et al. (2009), una de las distancias de plantación y sistema de guía más utilizados en Sudamérica para caigua es 4 m entre hilera, 1 m sobre hilera y hebra plástica para guiarla.

De acuerdo con lo planteado por Feltrim et al. (2011), la densidad de plantación es un factor importante al momento de evaluar rendimiento y calidad de frutos en las cucurbitáceas. En general, el aumento de la densidad conlleva a que el número de frutos sea mayor por unidad de superficie, pero menor por cada planta producida, mostrándose una disminución de la calidad de los frutos en cuanto a peso y tamaño. Esta respuesta ocurre principalmente por la competencia por luz, agua y nutrientes entre las plantas manejadas a menor distancia. En el estudio de Feltrim et al. (2011), realizado en individuos de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) sin semilla, se verificó que el aumento del espaciamiento entre las plantas disminuyó la cantidad total de frutos por superficie, pero aumentó el número de frutos por planta. Por su parte, Rojas y Alfaro, (1992), evaluaron el efecto de la densidad en pepino de ensalada (*Cucumis sativus* L.) y verificaron que, al aumentar el número de plantas por superficie, aumenta la cantidad de frutos cosechados por hectárea sin perjudicar considerablemente el calibre de estos mismos. Costa et al. (2005), evaluando tres sistemas de tutorado y dos de densidad de plantación en caigua, concluyeron que el mayor número de frutos por planta provino de los tratamientos con mayores distancias de plantación, pero, al evaluar el rendimiento en cantidad de frutos por hectárea, se observó que los tratamientos manejados a mayor densidad tuvieron mayor cantidad de frutos por unidad de superficie.

En cuanto al sistema de tutorado, Olalde et al. (2014), en *C. sativus*, mencionan que tutorar las plantas es una práctica beneficiosa en especies que no logran soportar su propio peso o que son de hábito trepador. Esto es porque mejora la luminosidad y aireación del cultivo, disminuye la incidencia de plagas y enfermedades, se pueden usar mayores densidades de plantación e incrementa la homogeneidad del cultivo y su rendimiento. También, Costa et al. (2005), en *C. pedata*, mencionan que tutorar las plantas tiene ventajas productivas, ya que mejora la calidad de los frutos en comparación a un sistema “botado” o en suelo y se logra aumentar el periodo productivo de la especie.

Tanto Costa et al. (2005) como Olalde et al. (2014) encontraron diferencias en la producción de caigua y pepino, respectivamente, en un sistema de conducción tradicional versus un sistema con tutorado más tecnológico, como es el uso de malla. Las diferencias se basan en un mejor rendimiento, por el aumento de la cantidad de frutos y en una mejor calidad de estos, ya que se evitan daños mecánicos generados por la cercanía con el suelo.

Respecto a la Región de Atacama, es parte del llamado “Norte Chico” de Chile y se posiciona como una zona de transición entre el desierto chileno y la zona centro del país, que tiene como característica poseer mayor fertilidad que el desierto mismo. El clima predominante en la región es desértico, sin embargo, en su extensión presenta zonas de valles por donde cruzan los ríos Copiapó y Huasco. Estos valles permiten una mayor diversidad de especies tanto vegetales como animales (Valencia, 2011).

Dadas las condiciones climáticas de la zona donde se realizó el ensayo (Valle del Huasco, Región de Atacama), la falta de estudios en Chile sobre esta especie, y de acuerdo con la literatura extranjera, se podría suponer que la respuesta a la densidad y tutorado podría ser similar a la estudiada en otros países de América del Sur. De acuerdo con lo anterior, se plantea la siguiente hipótesis.

Hipótesis

El uso de tutorado de malla permite obtener una mayor producción por metro cuadrado en *C. pedata* y una reducción de la densidad de plantación incrementa la recepción de luz por las plantas.

Objetivo

Evaluar el efecto de la interceptación de luz, determinada por la densidad de plantación y tutorado, sobre la producción de caigua (*C. pedata*) cultivada bajo sombreadero en la Región de Atacama, Chile.

MATERIALES Y MÉTODO

Lugar de estudio

El ensayo se llevó a cabo en un sombreadero de 24 x 10 m ubicado en la localidad de Camarones, perteneciente al Valle del Huasco en la Región de Atacama, Chile. Se realizó entre los meses de marzo y octubre del año 2016.

El Valle del Huasco se caracteriza por presentar un clima mediterráneo desértico-costero. Las propiedades principales de este valle son: un período con posibilidades de heladas sólo durante el mes de julio, una temperatura mínima promedio de 5°C, una temperatura máxima promedio de 28°C y un promedio de precipitaciones anuales cifradas en 40 mm (MOP, 2004).

Los suelos del Valle del Huasco son de mediano a delgado espesor, de buen drenaje, de textura francoarenosa en superficie y arcillosa en profundidad. En su mayoría, estos suelos presentan salinidad y, específicamente en el sector de estudio, la conductividad eléctrica alcanza los 3,2 dS m⁻¹. Entre sus propiedades físicas y químicas destaca el alto contenido de calcio, ser suelos pedregosos y medianamente pobres en materia orgánica (MOP, 2004; Agrolab, 2016).

Materiales

Material vegetal

Se utilizaron 96 plantas de *C. pedata* provenientes de los agricultores de la Cooperativa Camarones del Valle del Huasco.

Metodología

Tratamientos y diseño estadístico

Se estableció un ensayo que contempló cuatro tratamientos, conformados por la combinación de dos distancias de plantación: 2 x 1 m y 2 x 2 m entre y sobre hilera, respectivamente, y dos tipos de tutorado: cinta y malla (Cuadro 1). El diseño experimental de este estudio fue en Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de tratamiento de 2 x 2, donde cada tratamiento constó de cuatro repeticiones. La unidad experimental del estudio fue de 4 m en la hilera y 2 m de ancho (8 m²), en la que se encontró la unidad muestral, correspondiente a

los 2 metros centrales con los 2 m de ancho (4 m^2) de la unidad experimental. La distribución de los tratamientos queda explicada en la Figura 1.

Cuadro 1. Combinación de densidad plantación y sistema de tutorado de los tratamientos del ensayo.

Tratamiento	Organización de los Tratamientos		
	Densidad plantas m^{-2}	Tutorado	Combinación de factores
T1	0,50 (1)	Malla (M)	1xM
T2	0,25 (2)	Malla (M)	2xM
T3	0,50 (1)	Cinta (C)	1xC
T4	0,25 (2)	Cinta (C)	2xC

(1)= distancia entre plantas de caigua sobre hilera que corresponde a 1 metro; (2)= distancia entre plantas de caigua sobre hilera que corresponde a 2 metros.

	Hilera 1 (Bloque 1) ←2 m →	Hilera 2 (Bloque 2) ←2 m →	Hilera 3 (Bloque 3) ←2 m →	Hilera 4 (Bloque 4) ←2 m →
4 m ↑↓	T1 (1xM)	T2 (2xM)	T3 (1xC)	T4 (2xC)
	T2 (2xM)	T4 (2xC)	T1 (1xM)	T3 (1xC)
	T3 (1xC)	T1 (1xM)	T4 (2xC)	T2 (2xM)
	T4 (2xC)	T3 (1xC)	T2 (2xM)	T1 (1xM)

Figura 1. Distribución de los bloques y tratamientos del ensayo de *C. pedata*. M= malla; C= cinta; 1= densidad de $0,50 \text{ plantas m}^{-2}$; 2 = densidad de $0,25 \text{ plantas m}^{-2}$.

La Figura 1 muestra la distribución de los tratamientos en cada uno de los bloques del ensayo dentro del sombreadero. Cada hilera bajo ensayo medía 16 m de largo y los metros restantes correspondían a caminos.

Los materiales utilizados en el ensayo y el sistema de tutorado fueron:

Cinta: hebra plástica que da soporte a las plantas. Este material es utilizado tradicionalmente para tutorar y consiste en la fijación de dos alambres a lo largo de la hilera de plantación sobre los polines verticales del sombreadero, dispuestos a 70 y 180 cm de altura. A medida que crecen las plantas, sus guías van siendo tutoradas mediante el uso de las cintas plásticas que las ayudan a llegar y afirmarse de los alambres horizontales.

Malla: estructura plástica, delgada y fina. Sus dimensiones son: 2 m de alto con recuadros de 15 cm de ancho por 17 cm de alto. Se usa como sistema de tutorado, instalando la malla plástica en forma vertical a lo largo de la hilera de plantación. A medida que las plantas van creciendo, las guías deben ser acomodadas a la malla.

Manejo del cultivo

El cultivo se estableció a través del método almácigo-trasplante. La siembra se realizó en almacigueras plásticas con alvéolos de 110 cm³ de volumen, las que pueden contener hasta 50 plantas. El sustrato utilizado fue una combinación de turba y perlita en una relación de 4:1, respectivamente.

Los plantines fueron trasplantados en el sombreadero cubierto por una malla raschel de color azul y blanco que permite la transferencia aproximada del 45% de la radiación total o, en otras palabras, que sombrea la superficie en un 55%. El sombreadero tuvo las hileras definidas por la disposición de los polines de éste; cada una de ellas constó con los cuatro tratamientos y se le realizó un riego previo al trasplante de las caiguas. A lo ancho del sombreadero se dispusieron seis hileras del cultivo, separadas a 2 m cada una; de ellas se utilizaron las cuatro hileras centrales para el estudio.

El riego se realizó a través de un sistema tecnificado por goteo con emisores autocompensados de 4 L h⁻¹ separados a 50 cm de distancia. La frecuencia de riego fue una vez cada dos días y el tiempo de riego varió entre una y dos horas, dependiendo de la disponibilidad de agua.

Evaluaciones

En cada unidad experimental, se evaluaron los 2 m centrales de la línea de plantación y hasta 1 m a cada lado de esta línea (unidad de muestreo de 4 m²). Las mediciones se realizaron con una frecuencia quincenal durante un período de 60 días (dos meses), ya que, conforme a lo descrito por la literatura, el tiempo de producción de frutos de la caigua se extiende por 45 a 60 días.

Evaluación del estado fenológico

Inicio de floración (días). Corresponde al número de días que transcurren desde el trasplante al momento en que las plantas se encontraban en un 50% de floración, tanto femenina como masculina, en cada unidad muestral.

Inicio de cosecha (días). Corresponde a la evaluación del número de días desde el trasplante a la maduración del 50% de los frutos en cada unidad muestral. El criterio de cosecha se determinó por un cambio de color que ocurre en los frutos a nivel de la unión con el pedúnculo, donde se torna de una coloración verde a blanquecina.

Para la medición de las variables explicadas, los datos no pudieron ser evaluados estadísticamente por falta de variabilidad en ellos, ya que, debido a un atraso en la observación, solo se alcanzó a tomar un dato para cada ítem y tratamiento.

Interceptación de luz

La interceptación de la luz se midió dos veces durante el desarrollo del cultivo, al comenzar la cosecha de los frutos y al terminar esta etapa. Esta medición se realizó con un ceptómetro de marca Decagon Device modelo LP 80, obteniendo los valores desde tres posiciones: fuera del sombreadero, dentro del sombreadero (bajo la malla raschel) y a 20 cm del suelo. La medición a 20 cm del suelo se hizo bajo cada caigua y a 1 m por cada lado de la hilera de plantación, de forma transversal. Lo anterior fue efectuado al mediodía solar y luego de dos y cuatro horas del mediodía. Debido a la nubosidad característica de la zona durante las mañanas, el mediodía solar se consideró desde las 13:00 horas, cuando la nubosidad disminuía considerablemente y se despejaba el cielo.

Los datos obtenidos fueron evaluados a través de las siguientes relaciones:

$$(1) \text{ Interceptación/hora (\%)} = \text{Rad. malla} - \text{Rad. bajoplanta} / \text{Rad. malla}$$

$$(2) \text{ Interceptación/planta (\%)} = 1 - (\text{rad.13} + \text{rad.15} * 2 + \text{rad.17} * 2 / 5)$$

Donde, *Rad.malla* se refiere al total de la radiación que traspasó la malla del sombreadero; *Rad.bajoplanta* se refiere a la medición que se hizo a 20 cm del suelo en cada planta y *rad.13*, *rad.15* y *rad.17*, corresponde a la luz que interceptó cada planta (1 – medición con ceptómetro) en los tres momentos del día, a las 13:00 horas, a las 15:00 horas y a las 17:00 horas.

Evaluación del rendimiento

Peso de cosecha (g m^{-2}). Se midió el peso total de los frutos cosechados por cada unidad muestral. La cantidad de frutos cosechados, hasta completar los 60 días, se consideró por la capacidad productiva de las plantas. Esta evaluación se realizó con una balanza digital.

Evaluación de los componentes del rendimiento y características de los frutos

Peso del fruto (g fruto^{-1}). Corresponde al peso promedio de los frutos cosechados. Se midió el peso del total de los frutos obtenidos y luego se dividió por el número total de estos para estimar el peso por fruto. Lo anterior se realizó con una balanza electrónica.

Número de frutos ($\text{N}^{\circ} \text{m}^{-2}$). Se determinó por el conteo de los frutos que se encontraron en cada unidad muestral del ensayo.

Largo y ancho del fruto (cm). Corresponde a la medición en centímetros del largo y ancho de los frutos cosechados. El largo fue tomado desde el pedúnculo hasta la base del fruto y el ancho en la parte más gruesa del mismo. Se utilizó un pie de metro digital para llevar a cabo esta medición.

Análisis estadístico

A los resultados obtenidos se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el software informático Infostat, con un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de tratamiento de 2×2 . Como no se encontró interacción entre los factores, se procedió a evaluar cada factor por separado. Cuando existieron diferencias significativas entre las medias ($p < 0,05$) se realizó la prueba de rangos múltiples de Tukey para separarlas, utilizando un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró interacción entre los factores densidad y tutorado en ninguna de las variables evaluadas. Esto coincide con los resultados obtenidos por Costa et al. (2005), quienes evaluaron el efecto de los mismos factores en caigua.

Particularmente, en la presente investigación, el tutorado solo tuvo efecto significativo en la interceptación de luz al terminar la cosecha, siendo la densidad determinante para el rendimiento, específicamente en el peso de la cosecha y el número de frutos.

Estados fenológicos

Inicio de floración. Los 4 tratamientos florecieron durante la misma semana entre el 21 y 27 de mayo de 2016, luego de 30 días aproximadamente desde su trasplante (Cuadro 2).

Inicio de cosecha. El número de días transcurridos desde el trasplante de las caiguas hasta su primera cosecha varió entre 99 y 114 (Cuadro 2). En el tratamiento 3 (0,5 plantas m⁻²/cinta) la cosecha se inició el día 27 de julio de 2016, mientras que los otros tres tratamientos pudieron ser cosechados desde el 11 de agosto de 2016.

Cuadro 2. Días transcurridos desde el trasplante de las caiguas hasta que se obtuvo el 50% de floración y su primera cosecha.

Tratamiento	Densidad plantas m ⁻²	Tutorado	Número de días	
			a floración	a cosecha
T1	0,50	Malla	38	114
T2	0,25	Malla	35	114
T3	0,50	Cinta	32	99
T4	0,25	Cinta	35	114

Los datos presentados en el Cuadro 2 no pudieron ser evaluados estadísticamente por la falta de variabilidad de estos, pero si se puede observar que uno de los tratamientos manejados con cinta floreció días previos a los otros. Esta diferencia de días podría explicarse por el tutorado que se usó, ya que el tutorado de cinta, a diferencia del tutorado de malla, permite que las guías de las caiguas se extiendan de manera horizontal en el alambre desde estados iniciales del cultivo. Esta forma induce la floración de la especie. Este hecho fue observado durante el tiempo en que se desarrolló el proyecto FIA “Rescate, desarrollo y manejo agronómico del cultivo de caigua para su utilización como insumo en circuitos cortos”, en la Región de Atacama, Chile.

Costa et al. (2005) hacen una diferencia entre el sistema de tutorado de malla y de cinta, ya que el sistema de malla ayuda en la polinización de las flores, pues las mantiene despejadas de hojas, tallos y otras estructuras vegetativas que pudiesen entorpecer el paso de los insectos polinizadores. Esto es importante porque, las plantas conducidas con malla pueden retrasar la inducción floral debido a que sus guías crecen de forma vertical en un comienzo, pero la polinización de las flores no se ve mayormente interrumpida por estructuras vegetales de la misma planta y también porque las cucurbitáceas son altamente dependientes de la polinización entomófila.

Cabe señalar que todos los tratamientos seguían siendo productivos pasados los 60 días de cosecha, sin embargo, luego de tres meses del término de las mediciones (enero de 2017), existía una diferencia visible entre las caiguas manejadas con malla y con cinta, debido a que las conducidas con malla seguían produciendo flores y frutos, mientras que las conducidas con cinta habían disminuido notoriamente la producción de flores y, por tanto, también de los frutos.

Interceptación de luz

Interceptación al comenzar la cosecha. No se presentaron diferencias significativas entre las densidades ni entre los tipos de tutorado (Cuadro 3).

Cuadro 3. Interceptación de luz PAR por *C. pedata* al comenzar la cosecha bajo dos densidades de plantación y dos sistemas de tutorado

Factor	Radiación	
	Interceptación de Luz	
	%	
Densidad		
0,50 plantas m ⁻²	30,4	
0,25 plantas m ⁻²	27,4	
Tutorado		
Malla	26,9	
Cinta	30,9	

No se presentó interacción entre factores ni diferencias significativas entre los niveles de cada factor ($p > 0,05$).

Poggi et al. (2014) evaluaron el efecto de la densidad en el cultivo de zapallo tipo “Anco” (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Lam.) sobre el rendimiento de frutos y semillas de esta especie, observando que se produjo mayor número de frutos a mayor población de plantas, debido a que la fotosíntesis neta incrementó en los tratamientos más densos, lo que podría deberse a una mejor cobertura del suelo, mayor interceptación y mejor uso de la radiación PAR. Lo anterior no se observó en este ensayo al comenzar la cosecha, es más, no existieron diferencias de interceptación de luz entre los niveles de densidad y, por ende, se podría asumir que tampoco hubo diferencias en los niveles de fotosíntesis de las plantas.

También, Zermeño et al. (2005) evaluaron la interceptación de luz por maíz (*Zea mays* L.) con tres densidades de plantación y obtuvieron que al aumentar el número de plantas por unidad de área aumenta la interceptación de luz solar, pues el cubrimiento del espacio es mayor. Contrario a lo observado en el presente estudio, la densidad de las plantas no fue un factor que causara una diferencia significativa entre los tratamientos. Esta situación puede explicarse porque las plantas de *C. pedata*, a diferencia de *Z. mays*, no requieren terminar su estado fisiológico vegetativo para comenzar el reproductivo (Macchia et al., 2009), por ende, al tomar los datos en el comienzo de la cosecha, varias plantas no tenían una suficiente cantidad de hojas para causar una diferencia de cobertura e interceptación entre un tratamiento y otro.

En cuanto al tutorado, no se observó una diferencia entre ambos niveles del factor, lo que podría ser explicado por el desarrollo de las plantas al momento de realizar la evaluación y que correspondió al inicio de la cosecha. Debido a un bajo crecimiento vegetativo, las hojas no se cubrirían unas con otras en ninguno de los dos tipos de tutorado, obteniéndose valores similares de interceptación de luz en ambos. Esta situación no sería similar si se hubiese evaluado un ensayo sin tutorado, es decir en suelo, ya que, según lo evaluado por Olalde et al. (2014), con dos tipos de tutorado y un sistema de suelo en pepino de ensalada, concluyeron que en los ensayos donde hubo un mayor arreglo de las plantas, mejoró la distribución de la luz solar, promoviendo un mayor nivel de fotosíntesis, en comparación al sistema de producción con menos tecnología o en suelo.

Interceptación de luz al término de la cosecha. Se encontró efecto del tutorado para la interceptación de luz por las caiguas a los 185 días aproximadamente desde el trasplante de ellas (Figura 2), observando que la conducción con malla logró interceptar mayor cantidad de luz que la conducción con cintas.

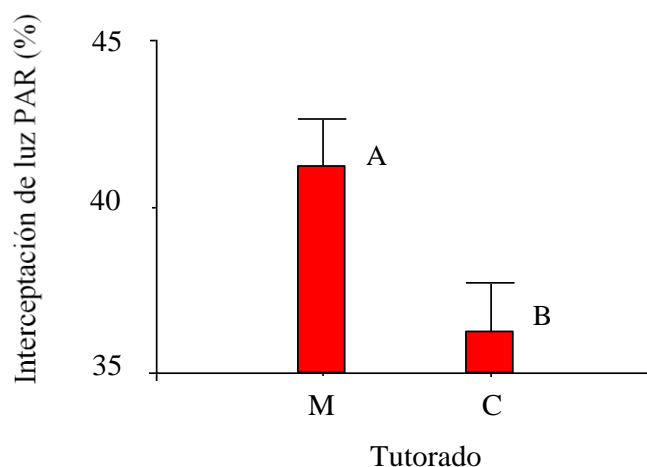


Figura 2. Interceptación de luz PAR por cultivo de *C. pedata* al finalizar la cosecha bajo dos sistemas de tutorado. M= malla; C= cinta. Letras distintas para cada tutorado indican diferencias significativas entre ellos ($p < 0,05$).

Al ser el término de la cosecha, las plantas mostraban una mayor cantidad de hojas en comparación con el comienzo de la cosecha, debido a que las caiguas presentan crecimiento indeterminado, es decir, continúan desarrollando órganos y estructuras vegetativas a la vez que florecen y forman frutos (Macchia et al., 2009). Una observación hecha durante el período de investigación es que en el tutorado de cinta (Figura 4), las hojas se cubren entre sí, lo que podría interpretarse como una disminución de la eficiencia en la interceptación de luz solar. En cambio, con tutorado de malla, las plantas logran hacer uso de un mayor espacio (Figura 3), disminuyendo la competencia entre las hojas y aumentando la superficie de hojas expuestas para interceptar la luz solar que traspasa la malla del sombreadero. Situación similar se observa en la investigación realizada por Olalde et al. (2014) en *C. sativus*, donde los sistemas tutorados tuvieron mejor aprovechamiento de la luz por una mayor interceptación de esta con respecto del sistema en suelo. Además, según los resultados obtenidos por estos autores, el sistema de tutorado de malla fue más eficiente desde el punto de vista fotosintético, ya que tuvo mejor rendimiento de frutos que el sistema de tutorado de rafia o cinta.

Aunque no existiese efecto de la densidad en la evaluación de interceptación de luz por parte de *C. pedata* al comenzar y finalizar la cosecha, este es un factor importante en el desarrollo y producción de otras especies de cucurbitáceas. Para Poggi et al. (2014), la densidad de plantación influye en la distribución de la luz solar, debido a que el hábito de crecimiento de las cucurbitáceas es rastrero y/o trepador. Esto, agregado a una mayor densidad de plantas, conlleva a la generación de órganos y estructuras más pequeñas, es decir, se desarrollan hojas de menor tamaño, por lo que la concentración de cloroplastos por unidad de área foliar es mayor. Lo anterior se traduce en un mejor uso de la luz interceptada por la planta y un menor nivel de luz considerada como perdida.



Figura 3. Plantas de *C. pedata* conducidas con sistema de malla a una densidad de 0,50 plantas m^{-2} (Tratamiento 1) al comenzar la cosecha de los frutos.



Figura 4. Plantas de *C. pedata* conducidas con sistema de cintas a una densidad de 0,50 plantas m^{-2} (Tratamiento 3) al terminar la recolección de los frutos.

Rendimiento

Peso de cosecha. El peso de la cosecha tuvo diferencias significativas sólo por la densidad de plantación (Figura 5), donde la mayor densidad de plantación generó un mayor peso total de la cosecha por superficie.

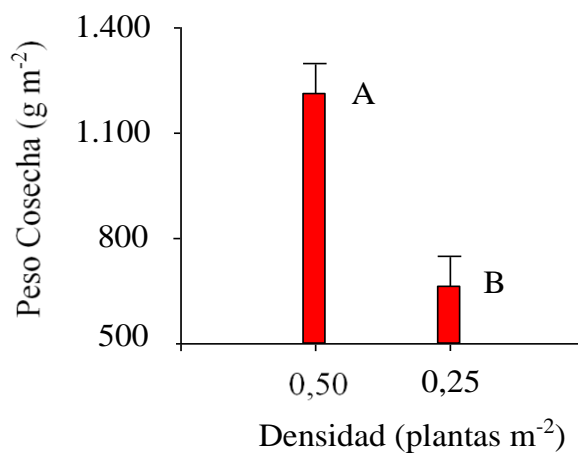


Figura 5. Peso de la cosecha de los frutos de *C. pedata* cultivada bajo dos densidades de plantación. Letras distintas para cada densidad indican diferencias significativas entre ellas ($p < 0,05$).

La mayor densidad de plantas de caiguas produjo mayor peso total de cosecha debido a una mayor producción de frutos. Este resultado coincide con los obtenidos por López et al. (2011) quienes evaluaron dos cultivares de pepino de ensalada bajo diferentes densidades de plantación. Ellos observaron y analizaron que con un mayor número de plantas por superficie se logra un mejor rendimiento por hectárea en kilogramos totales de fruta, ya que se cosecha una mayor cantidad de pepinos por tener más plantas compartiendo un mismo espacio; sin embargo, se visualiza una disminución del rendimiento de cada planta, debido a un menor crecimiento vegetativo causado por la competencia que se genera entre ellas.

El aumento de la densidad de plantación no causa la misma respuesta en todas las cucurbitáceas, así, en el caso de *C. moschata* (Lang y Ermini, 2010) no encontraron diferencias significativas para el rendimiento total de los zapallos entre las densidades evaluadas, pero sí obtuvieron un mayor calibre de los frutos en menores densidades de población. Caso diferente se observó en *C. sativus* (López et al, 2011) y en *C. pedata*, evaluada en esta investigación, ya que son especies donde es más favorable para la producción aumentar el rendimiento en cantidad y peso total de los frutos cosechados.

Componentes del rendimiento y características de los frutos

Peso del fruto. El peso del fruto no mostró diferencias significativas para el factor densidad ni tutorado (Cuadro 4). Este resultado concuerda con lo obtenido por Costa et al. (2005), quienes también evaluaron densidad de plantación y sistema de tutorado en *C. pedata*.

Cuadro 4. Peso del fruto de *C. pedata* bajo dos densidades de plantación y dos sistemas de tutorado.

Factor	Componente del rendimiento
	Peso del fruto g fruto ⁻¹
Densidad	
0,50 plantas m ⁻²	57,3
0,25 plantas m ⁻²	56,8
Tutorado	
Malla	55,4
Cinta	58,8

No se presentó interacción entre factores ni diferencias significativas entre los niveles de cada factor ($p > 0,05$).

Como muestra el Cuadro 4, la densidad de plantación no tuvo efecto en el peso individual de los frutos, aunque se esperaba que, si existiesen diferencias, debido una mayor competencia por los recursos entre plantas a mayor densidad de plantación. Una explicación a este resultado podría asociarse al hecho que las semillas que presenta la caigua en su interior son similares en cantidad y peso, razón por la que no se encontraron diferencias en el peso de los frutos. Corroborando lo anterior, Bello (2017) observó que las semillas de caigua presentan baja variabilidad morfológica, lo que las hace tener valores semejantes de peso y tamaño (largo y ancho). Al verificar que el peso del fruto no se diferenció por el manejo agronómico ni por el peso de las semillas, se puede esperar que el grosor del pericarpio de los frutos tampoco sufriera modificaciones, lo que genera una cierta similitud en el peso de los frutos.

Por otra parte, los frutos de caigua son verdes, por lo que contienen cloroplastos y realizan fotosíntesis, independizando en parte el desarrollo de los frutos de la producción de fotoasimilados por las plantas de caigua (Atherton y Rudich, 1986, citados por Xu, 1997).

Para el factor densidad, Lang y Ermini (2010), en *C. moschata*, determinaron que al aumentar la población de plantas por superficie se obtenían frutos de menor peso. Así, con una densidad de población de 10.000 plantas ha⁻¹, el peso del fruto fue de 2.120 g, pero al disminuir la densidad a 6.666 plantas ha⁻¹ y 5.000 plantas ha⁻¹, el peso de los frutos aumentó a 3.820 g y 4.950 g, respectivamente. Una situación similar le ocurrió a Poggi et al. (2014) en la misma especie, donde al disminuir la densidad de plantación de 0,67 plantas m⁻² a 0,17 plantas m⁻² aumenta el peso individual de los frutos de 1.370 g a 1.648 g en la variedad Frontera INTA. Sin embargo, en este estudio, en la investigación de Costa et al. (2005) en caigua, y en la realizada por Feltrim et al. (2011) en *C. lanatus*, no hubo efecto de la densidad sobre el peso promedio de los frutos. Estos autores comentan que este resultado puede deberse a la especie y/o variedad cultivada, ya que ellos utilizaron una de las variedades de sandía más pequeños (Shadow) y postulan que este resultado puede deberse al tamaño de los frutos, ya que se vio que el peso medio de frutos pequeños de la especie no es afectado por la densidad de plantación.

Por su parte, Ortega et al. (2004), quienes evaluaron el efecto de la densidad en el peso del fruto de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar “Piquillo”, fruto que también es hueco en su interior, como la caigua, observaron que el aumento de la densidad de plantación aumenta el peso del fruto hasta un *plateau* de 100.000 plantas ha⁻¹, aproximadamente. Dado que las densidades de plantación no afectaron el peso del fruto en caigua en el presente ensayo, se podrían evaluar mayores y menores densidades de plantación a las estudiadas aquí, para verificar si es que esta variable tiene efecto en el peso de los frutos producidos.

En cuanto al tutorado, Olalde et al. (2014) en *C. sativus* encontraron diferencias entre el sistema de producción en suelo y los sistemas tutorados, ya que cosecharon mayor cantidad de frutos de primera calidad (más grandes y de mayor peso) al tutorar las plantas; sin embargo, al comparar los sistemas tutorados (malla y rafia), no se encontraron diferencias significativas en el tamaño y peso de los pepinos. Al igual que Olalde et al. (2014), en esta investigación no se encontraron diferencias en peso de los frutos de caigua con diferentes sistemas de tutorado, pero si podría esperarse una diferencia en el peso y tamaño de los frutos en un sistema de suelo, ya que al manejar las plantas de caigua con tutores, los frutos no

quedan en contacto directo con el suelo y se promueve una mejor distribución de la luz solar en las hojas, lo que se relaciona con una mejor producción y distribución de los fotoasimilados.

Número de frutos. No existió efecto del tutorado, pero sí hubo efecto de la densidad de plantación (Figura 6), donde a mayor densidad de plantación se obtuvo mayor número de frutos de caigua por superficie.

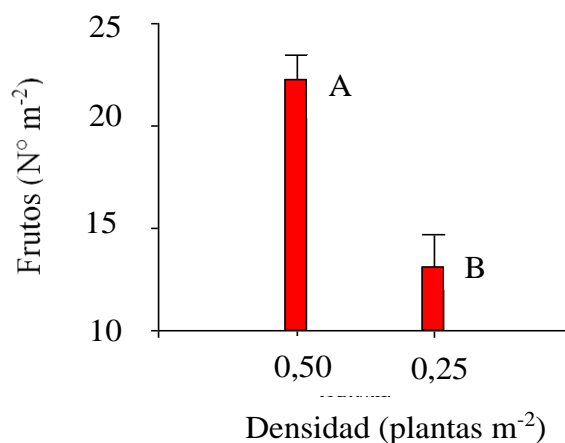


Figura 6. Número de frutos de *C. pedata* cosechados en dos densidades de plantación. Letras distintas para cada densidad indican diferencias significativas entre ellas ($p < 0,05$).

La mayor cantidad de frutos fue obtenida con la mayor densidad de plantación. Esto puede explicarse por el aumento del número de individuos productivos por unidad de área, lo que conlleva a tener un mayor número de guías de caigua, un mayor número de brotes reproductivos y, por lo tanto, mayor cantidad de frutos para cosechar. Según López et al. (2011) y Ortiz et al. (2009), ambos en *C. sativus* bajo condiciones de campo abierto e hidroponía en invernadero, respectivamente, concuerdan en que bajas densidades de plantación favorecen el número de frutos por planta, pero afectan el rendimiento por superficie, ya que disminuye la cantidad de plantas en producción. Con respecto al presente estudio y los de López et al. (2011) y Ortiz et al. (2009), existe concordancia en los resultados, pues a mayor densidad de población de plantas se produce mayor número de frutos, sin embargo, y particularmente Ortiz et al. (2009), proponen que el aumento del número de frutos por planta en bajas densidades se debe, principalmente, a un menor sombreado entre plantas lo que permite una interceptación de luz más homogénea y, por lo tanto, una producción de fotoasimilados más uniforme en el individuo. El análisis de Ortiz et al. (2009) no puede ser aplicado a la presente investigación de *C. pedata*, ya que la interceptación de luz, desde el punto de vista de la densidad de plantación, no fue un factor limitante (Cuadro 3 y Figura 2) y se puede entender entonces que, en este ensayo, la mayor producción de frutos en una mayor densidad de población no estuvo dada por la fotosíntesis como tal, sino que por un mayor número de plantas con potencial productivo en superficie.

En otra cucurbitácea (*C. moschata*), estudiada por Poggi et al. (2014), también observaron que una mayor densidad de plantación produce mayor número de frutos por hectárea. Según ellos, la cantidad de frutos es la variable que más se modifica al evaluar distintas densidades de plantación y también, es la densidad poblacional la que mayormente determina el rendimiento total del cultivo.

Largo y ancho del fruto. No existió efecto de la densidad de plantación ni del sistema de tutorado para el largo y ancho del fruto (Cuadro 6).

Cuadro 6. Largo y ancho de los frutos de caigua bajo dos densidades de plantación y dos sistemas de tutorado.

Factor	Características de los frutos	
	Largo del fruto	Ancho del fruto
	cm	cm
Densidad		
0,50 plantas m ⁻²	14,2	4,9
0,25 plantas m ⁻²	14,0	4,9
Tutorado		
Malla	14,3	4,9
Cinta	13,8	5,0

No se presentó interacción entre factores ni diferencias significativas entre los niveles de cada factor ($p > 0,05$).

Similar a lo que sucedió con el peso promedio de cada fruto, el largo y el ancho de éstos tampoco se vio afectado por cambios en la densidad de plantación o el sistema de tutorado. Las plantas de caigua dispuestas a una mayor distancia de plantación no respondieron con mayor tamaño (ancho y largo) de los frutos. Este resultado, junto con el del peso del fruto, podrían explicar que las densidades y los tipos de tutorados evaluados no generan cambios en estos parámetros, por lo que se podrían evaluar otras densidades de plantación y otros sistemas de conducción.

En cuanto a la producción de fotoasimilados por el cultivo, se debiese esperar que, al aumentar los niveles de fotosíntesis, la biomasa del cultivo también aumente. Sin embargo, para este caso, y a pesar de existieron diferencias de interceptación de la radiación entre los tipos de tutorado (Figura 2), no se observaron diferencias en tamaño y peso de los frutos. En base a estos resultados, se puede postular la existencia de un nivel de independencia de los frutos con respecto a la planta que los genera, debido a que son verdes y pueden realizar fotosíntesis por sí mismos (Atherton y Rudich, 1986, citados por Xu, 1997).

López et al. (2011) en pepino de ensalada, obtuvieron que la calidad y tamaño de los frutos según longitud y firmeza no fue significativamente diferente debido a que fueron evaluados solo los frutos comerciales, seleccionados de manera uniforme. Esto mismo puede haber ocurrido en esta investigación, ya que, a pesar de no realizar una selección de los frutos por calidad, se realizaron varias cosechas durante la temporada, momentos en los que el criterio

de cosecha no cambió y la persona que realizó la recolección fue la misma. Lo anterior podría mostrar una tendencia a cosechar frutos similares y, por consiguiente, no tener diferencias entre ellos en cuanto a su tamaño.

Costa et al. (2005) no encontraron diferencias en la calidad de los frutos de caigua, específicamente en el diámetro de ellos, concordando con lo obtenido en esta investigación. Lang y Ermini (2010) en *C. moschata*, si encontraron diferencias, ya que analizaron que al disminuir la densidad de plantación aumentó el tamaño de los frutos. Esto también lo corroboró Huaman (2013) en sandía, quien describe que al disminuir la densidad de plantación aumenta el calibre de los frutos, es decir, fueron de mayor tamaño. Estos últimos autores atribuyen esta respuesta a que cada planta tiene mayor espacio para su desarrollo y está expuesta a una menor presión por competencia entre los individuos cultivados.

A modo de síntesis, la Figura 7 presenta un Análisis de Componentes Principales de los resultados productivos obtenidos bajo los manejos realizados en el ensayo de *C. pedata*. En ella se puede observar que el análisis, mediante las componentes 1 y 2, explica el 90,4% de la variabilidad de los datos. La componente 1 (eje horizontal) explica el 46,6% de los antecedentes y la componente 2 (eje vertical) explica el 43,8% de los datos.

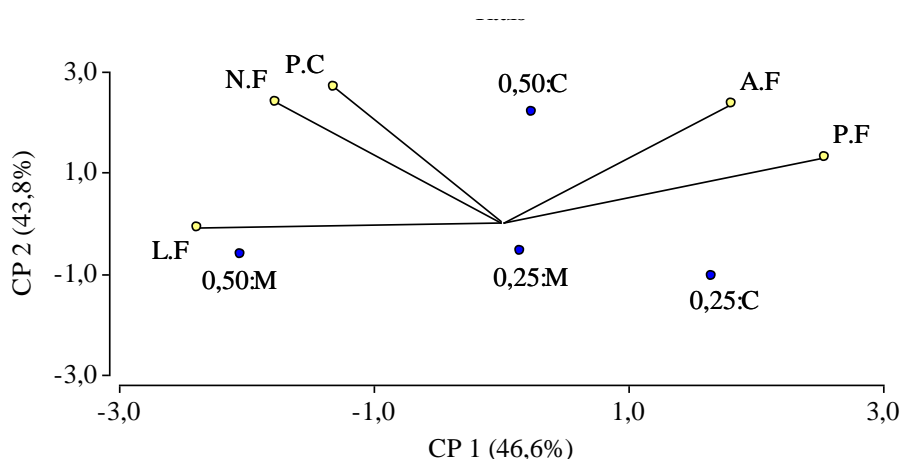


Figura 7. Análisis de las Componentes Principales de las variables productivas de *C. pedata*. 0,50= 0,50 plantas m^{-2} ; 0,25= 0,25 plantas m^{-2} ; M= malla; C= cinta; N. F= número de frutos; P. F= peso del fruto; L. F= largo del fruto; A. F= ancho del fruto y P. C= peso de cosecha.

En la componente 1, las variables de mayor relevancia son el largo de fruto (L.F), el ancho de fruto (A.F) y el peso del fruto (P.F), donde, el largo del fruto se correlaciona de forma inversa al peso y ancho de los frutos, mientras que el ancho y el peso de los frutos se correlacionan de forma positiva, es decir, a mayor peso y ancho de fruto, menor será su largo (Figura 7).

En la componente 2, las variables de mayor relevancia son peso de la cosecha (P.C) y número de frutos (N.F), donde ambas se relacionan de forma positiva (Figura 7). En otras palabras, al aumentar o disminuir el número de frutos, también lo hará el peso de la cosecha. Estos

resultados coinciden con los obtenidos en el análisis estadístico de la presente investigación (figuras 5 y 6).

También, se observa en la Figura 7 que el tratamiento manejado a 0,50 plantas m^{-2} y malla (T1) explica su comportamiento en mayor parte por la variable largo de fruto, no así el tratamiento de 0,25 plantas m^{-2} y cinta (T4) que está influenciado, en parte, por la variable peso del fruto. Con respecto al tratamiento que se muestra central en la figura (0,25 plantas m^{-2} y malla; T2), se puede comentar que en él inciden por igual todos los parámetros medidos, largo de fruto, peso de fruto, ancho de fruto, número de frutos y peso de cosecha. Por último, el tratamiento 0,50 plantas m^{-2} y cinta (T3), lo influyen de mejor manera los factores número de frutos, peso de cosecha y también, el ancho de los frutos.

En cuanto a los tipos de tutorado, el sistema de malla es más eficiente en costos y tiempo que el de cinta, ya que, según Costa et al. (2005), el tutorado de cinta demanda más mano de obra que el de malla. Esto porque las caiguas deben estar siendo acomodadas en el alambre o en el hilo plástico repetidas veces durante la temporada, situación que solo se da una vez en el de malla, cuando la primera guía es acomodada en ella. Esto trae como consecuencia una disminución de los costos económicos y técnicos asociados a la producción de caigua y también de los costos de oportunidad que tiene el agricultor, ya que se desvincula del tiempo y/o persona que se utiliza en tuturar la caigua, consiguiendo destinar esos recursos en otra tarea. De acuerdo con ello, y con una estimación de los costos realizada para el sombreadero de 240 m^2 , se obtuvo que existe una diferencia de 19% de los costos, es decir, con tutorado de malla se disminuyen en un 19% los costos asociados al tutorado (Apéndice I). Aparte de la ventaja económica del sistema de malla, Costa et al. (2005) describen que el material que se utiliza como malla puede ser reutilizado en temporadas siguientes (entre cuatro y seis temporadas).

CONCLUSIONES

El tutorado de malla no genera mayor producción de caigua y la disminución de la densidad de plantación no incrementa la interceptación de luz por las plantas.

La interceptación de luz, determinada por la densidad de plantación y el sistema de tutorado, no tiene efecto sobre la producción de frutos de caigua, ya que sólo mostró diferencias significativas sobre los sistemas de tutorado al terminar la cosecha del cultivo.

La densidad de plantación no provoca cambios en la interceptación de luz por las plantas de caigua, pero si mejora el rendimiento y número de frutos del cultivo, sin afectar el tamaño y peso de estos.

El sistema de tutorado no genera cambios en el rendimiento ni en el número de frutos, sin embargo, el tutorado de malla mejora la interceptación de la luz de las plantas y permite una disminución de los costos asociados al manejo de conducción de estas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROLAB (Laboratorio Análisis Agrícola). 2016. Informe de resultados análisis de suelo. (Doc. Tec. N° orden: 127.028. Ñuñoa, Santiago. 1p.
- Bastías, E. 1995. Protección, conservación y caracterización de los recursos fitogenéticos del Norte de Chile. *IDESIA* (Chile), 24: 57-65.
- Bello, M. 2017. Evaluación de la temperatura óptima de germinación en semillas de caigua (*Cyclanthera pedata* S.). Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 38h.
- Berrío, T. 2006. Comparación morfológica de tres Cucurbitáceas de zonas altas. *Unelles de Ciencia y Tecnología*, 24: 34-39.
- Cetrángolo, H. 2014. Productos alimentarios de la Argentina en riesgo de desaparición. 1ra ed. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. 209p.
- Costa, C.; S. Ramos; D. Alves; E. Martins; L. Fernandes; G. Leite e R. Napoleao. 2005, ene. Produção do maxixe-do-reino em função do sistema de tutoramento e do espaçamento. *Horticultura Brasileira*, 23(1): 28-31.
- De Tommasi, N.; F. De Simone; G. Speranza and C. Pizza. 1996. Studies on the Constituents of *Cyclanthera pedata* (Caigua) Seeds: Isolation and Characterization of Six New Cucurbitacin Glycosides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 2020-2025.
- Feltrim, A.; A. Cecílio; M. Gonsalves; L. Pavani; J. Barbosa y J. Mendoza. 2011, sept. Distancia entre plantas y dosis de nitrógeno y potasio en sandía sin semillas fertilizada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(9): 985-991.
- Huaman, J. 2013. Efecto del distanciamiento de siembra en *Citrullus lanatus* (Thunb.) “sandía”, híbrido F1 Charleston Gray en Zungarococha-Iquitos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Iquitos, Perú: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 61h.
- Lang, M y P. Ermini. 2010, oct. Evaluación de distintas densidades de siembra en un cultivo de zapallo tipo “Anco” (*Cucurbita moschata*) en la región semiárida Pampeana. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 21: 37-43.
- López, J.; M. Huez; F. Pacheco; J. Jiménez y F. Preciado. 2011, jul. Productividad y calidad de dos cultivares de pepino en respuesta a la densidad de plantación. *BIOtecnia*, 8(1): 23-28.
- Macchia, M.; P. Montoro; L. Ceccarini; I. Molfetta and C. Pizza. 2009, Aug. Agronomic and phytochemical characterization of *Cyclanthera pedata* (L.) Schrad. cultivated in central Italy. *African Journal of Microbiology Research*, 3(8): 434-438.

MOP (Ministerio de Obras Públicas). 2004, dic. Diagnóstico y clasificación de los cursos de agua según objetivos de calidad: Cuenca del río Huasco. [En línea]. Recuperado en: http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Huasco.pdf. Consultado el: 03 de mayo de 2016.

Olalde, V.; A. Mastache; E. Román; J. Martínez y M. Ramírez. 2014, oct. El sistema de tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en ambiente protegido. *Interciencia*, 39(10): 712-717.

Ortega, R.; M. Gutierrez and J. Cavero. 2004, Dec. Plant density influences marketable yield of directly seeded "Piquillo" pimiento pepper. *HortScience*, 39(7): 1584-1587.

Ortiz, J.; F. Sánchez; M. Mendoza y A. Torres. 2009, oct. Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. *Revista Fitotecnia México*, 32(4): 289-294.

Poggi, L.M.; J.C. Gaviola y P.G. Della Gaspera. 2014, may.-ago. Efecto de la densidad de plantas en el cultivo de zapallo tipo Anco (*Cucurbita moschata*) sobre la producción de frutos y semillas. *Horticultura Argentina*, 33(81): 14-21.

Raffo, M.D y N. Iglesias. 2004, ago. Efecto de la interceptación y distribución de la radiación fotosintéticamente activa en manzanos cv. Fuji, bajo cuatro sistemas de conducción de alta densidad. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 33(2): 29-42.

Rojas, L. y V. Alfaro. 1992. Densidad de plantación en tomate y pepino de ensalada. (Doc. Tec.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura. 3p.

Savino, P. 2011, jun. Obesidad y enfermedades no transmisibles relacionadas con la nutrición. *Revista Colombiana de Cirugía*, 26: 180-195.

Schwember, A.; P. Segura y S. Contreras. 2014, dic. Caigua, cucurbitácea nativa con potencial hortícola. *Agronomía y Forestal UC*, (50): 14-17.

Valencia, JC. 2011, II semestre. Inicio del proyecto agroindustrial valle del Huasco, Región de Atacama. (Bol. Veterinario Oficial N° 14). División de Protección Pecuaria, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Región de Atacama, Chile: SAG. 8p.

Xu, H.; L. Gauthier; Y. Desjardins and A. Gosselin. 1997, Jun. Photosynthesis in leaves, fruits, stem and petioles of greenhouse-grown tomato plants. *Photosynthetica*, 33(1): 113-123.

Zermeño, A.; J. Montemayor; J. Munguía; L. Ibarra y M. Cadena. 2005, mar. Reflectividad y absorptividad de la radiación en tres densidades de planta y su relación con el rendimiento de maíz (variedad Cafime). *Agrociencia*, 39: 285-202.

APÉNDICE I

Apéndice I. Comparación de costos asociados al uso de tutorado de malla y cinta.

Tutorado \ Ítem (\$)	Mano de obra	Metro de material	Sombreadero (240 m ²)	Total
	\$15.000 día	\$	\$	\$
Cinta	45.000	80	2.880	47.880
Malla	22.500	170	16.320	38.820
Diferencia porcentual (%)				-19

Nota: Solo se incluyen los costos asociados al uso de tutorados (malla y cinta), no se incluyeron otros costos vinculados al cultivo, ya que estos son idénticos para ambos tutorados.