

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Crecimiento de esquejes de *Lantana (Lantana camara L.)* en respuesta a la intensidad de luz, un fitorregulador y un retardante de la maduración

Growth of *Lantana* cuttings (*Lantana camara L.*) in response to light intensity, a phyto regulator and a maturation retardant

Roger Antonio Castro Castro¹, Marbell Danilo Aguilar Maradiaga²

¹ Ingeniero Agrónomo graduado UNA, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7980-3659> / rogercastro.elagro27@gmail.com

² MSc. Biotecnología de plantas, especialista en mejora genética de plantas, Departamento Específico de Ciencias Agrícolas ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9350-6358> / marbell.aguilar@ci.una.edu.ni

Universidad Nacional Agraria (UNA)

Autor para correspondencia: marbell.aguilar@ci.una.edu.ni



RESUMEN

Lantana (Lantana camara L.) es una de las especies ornamental que actualmente tiene mayor demanda en los mercados internacionales. Su forma de multiplicación es por esquejes para garantizar generaciones de nuevas plantas idénticas a la planta madre. Esta investigación se realizó en la finca Las Limas ubicada en el departamento de Estelí, km 153 carretera Panamericana, Nicaragua, durante el período de septiembre de 2022 a enero de 2023. Se experimentó con las variedades de *Lantana* “Copo de oro”, “Sonrisa de rosa” y “Pequeña amarilla”. Se evaluó el efecto de tres intensidades de luz (54, 130 y 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en el crecimiento de los esquejes; además se probó el efecto del fitorregulador Ethrel® 48 SL en dosis de 0, 25, 50 y 75 ppm para el control de la brotación floral y defoliación de esquejes; mientras que, para lograr la preservación fisiológica de los esquejes en condiciones de invernadero, se empleó el retardante de la maduración 1-Metilciclopropeno en dosis de 0, 2, 3 y 5 ppm. Con intensidades de luz de 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ se obtuvieron mejores resultados estadísticos en comparación a la exposición a intensidad de luz de 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en las variables longitud de esqueje, longitud de la nervadura central de la hoja y número de raíces por esqueje. La adición de 75 ppm del fitorregulador Ethrel® 48 SL redujo la longitud de esquejes y longitud

ABSTRACT

Lantana (Lantana camara L.) is one of the ornamental species that currently has the greatest demand in international markets. Its way of multiplication is by cuttings to guarantee generations of new plants identical to the mother plant. This research was carried out on the Las Limas farm located in the department of Estelí, km 153 Pan-American Highway, Nicaragua, during the period from September 2022 to January 2023. It was experimented with the *Lantana* varieties “Copo de oro”, “Sonrisa de rosa” and “Pequeña amarilla”. The effect of three light intensities (54, 130 and 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) on the growth of the cuttings was evaluated; In addition, the effect of the phyto regulator Ethrel® 48 SL was tested at doses of 0, 25, 50 and 75 ppm to control floral sprouting and defoliation of cuttings; while to achieve the physiological preservation of the cuttings in greenhouse conditions, the maturation retardant 1-Methylcyclopropene was used in doses of 0, 2, 3 and 5 ppm. With light intensities of 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, better statistical results were obtained compared to exposure to light intensity of 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ in the variables cutting length, length of the central vein of the leaf and number of roots per cutting. The addition of 75 ppm of the phyto regulator Ethrel® 48 SL reduced the length of cuttings and length of internodes, but the number of

Recibido: 1 de noviembre del 2023
Aceptado: 8 de diciembre del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

de entrenudos, pero se incrementó número de brotes por esqueje e inhibió la brotación floral. Con 7 ppm de 1-MCP las tres variedades de lantana presentaron los mejores resultados de las variables evaluadas, lo que favorece la obtención de plantas con buenas características morfológicas.

Palabras clave: Ethrel® 48 SL, 1-Metilciclopropeno, crecimiento, copo de oro, pequeña amarilla, sonrisa de rosa.

shoots per cutting increased and inhibited floral sprouting. With 7 ppm of 1-MCP the three lantana varieties presented the best results of the evaluated variables, which favors obtaining plants with good morphological characteristics.

Keywords: Ethrel® 48 SL, 1-Methylcyclopropene, growth, copo de oro, pequeña amarilla, sonrisa de rosa.

La principal empresa productora y exportadora de plantas ornamentales en Nicaragua es Ball Flora Plant, con su finca modelo “Las Limas S.A”, que produce con el empleo de alta tecnología que le permite competir con el nivel de la industria de ornamentales a nivel mundial, produciendo actualmente alrededor de 90 especies y más de 500 variedades, generando 2 000 fuentes de empleo, de los cuales el 60 % son mujeres; sobre esta base se ha desarrollado una línea de producción dinámica, eficiente, creciente y sostenible.

Swarbrick *et al.* (1995) señala que *Lantana camara* L. es una especie que fue mejorada en Europa para su uso como planta ornamental. Sus antecesores se presentan en América tropical, pero las Lantanas de hoy no se encuentran de manera natural en esta región, ya que han sido diseminadas desde su punto de origen, por toda la región. Lantana es una de las especies que mayor demanda tiene en los mercados internacionales, ocupando en algunas empresas del país, un lugar entre los cultivos más importantes en producción. Su importancia económica es de gran envergadura, debido a que países como Estados Unidos, Canadá, Alemania, Guatemala y Costa Rica importan esquejes de este género como lo indica Cruz (2012), citado por Cadenas, (2015).

La multiplicación por esquejes de Lantana es una técnica de amplia repercusión en la horticultura ornamental, tanto de plantas perennes como anuales, en floricultura y en muchas especies frutícolas. Esta técnica tiene importancia económica en el mercado internacional, se importa gran diversidad de esquejes enraizados de distintas especies y variedades (Martínez, 2009).

El principal problema de Lantana es por la acumulación de ácido abscísico (que inhibe la biosíntesis del etileno provocando defoliación), además su bajo rendimiento de esquejes por unidad de producción es una situación que obliga a empresas dedicadas a la producción industrial a sembrar grandes extensiones para cubrir los volúmenes de cosecha requeridos por la demanda internacional (Cruz, 2012, como se citó en Cadenas, 2015).

El objetivo de esta investigación es establecer una línea de producción más eficiente en diferentes etapas de la producción de plantas madre de Lantana (enraizamiento, formación de cultivo y post cosecha) con el propósito de generar resultados aplicables para la producción en condiciones controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. El estudio se realizó en la finca “Las Limas S.A” ubicada en la comunidad El Rosario, departamento de Estelí, km 153 carretera Panamericana Norte de la república de Nicaragua, situado en las coordenadas 13°13'64.65" de latitud Norte y 86°35'69.40" de longitud Oeste, en el período de septiembre del 2022 a y febrero del 2023.

Selección del material y establecimiento. El cultivar Lantana “Copo de oro” fue recolectado en Centroamérica y mejorado en la central de Ball, Chicago, Estados Unidos. Se caracteriza principalmente por el llamativo color amarillo de sus flores, tiene capacidad de producir muchas flores, que a su vez tienen una larga vida, a diferencia de otras plantas, lo que la hace perfecta para una planta en maceta para patios e interiores. El cultivar “Sonrisa de rosa” fue recolectado en México y mejorado en Chicago, Estados Unidos; es una planta con pobre ramificación y un crecimiento erecto rápido, tiene un acelerado crecimiento en su punto más alto, pero posee poca producción de yemas axilares. La variedad “Pequeña amarilla” fue recolectada en México, posee una buena ramificación, un buen sistema radicular, se caracteriza por el color de su flor amarilla y por su follaje de color oscuro; es de crecimiento lento, y catalogada como una variedad compacta.

Desinfección de materiales y herramientas. Para el acceso al invernadero, se realizó el lavado de manos por 30 segundos en la estación de sanidad y para garantizar la salud fue necesario protegerse con una gabacha blanca, un delantal de color rojo y guantes de látex para la manipulación de las plantas. Como norma fitosanitaria se debe desinfectar los guantes cada 10 minutos con el producto Menno Florades a una concentración de 90 g l⁻¹, así mismo, con ese producto se desinfectan cúteres y cuchillas requeridos para actividades de corte en el cultivo de Lantana.

Selección del material vegetativo para la siembra. En el área de enraizamiento de la finca “Las Limas S.A” se sembraron seis plantas madre debidamente enraizadas por maceta. Las plantas procedentes del área de enraizamiento se establecieron en sustrato de la marca comercial Pindstrup Blond Gold® que está compuesto principalmente de turba

CIENCIA DE LAS PLANTAS

rubia (3/4) y (1/4) de turba oscura. Los esquejes que se utilizaron para el experimento de intensidad de luz contaban con las siguientes características: tallo de 1 cm desde la base hasta el pedúnculo de las dos hojas maduras, además el esqueje tenía en la región apical dos inmaduras. En la Figura 1, se describen las características del esqueje.

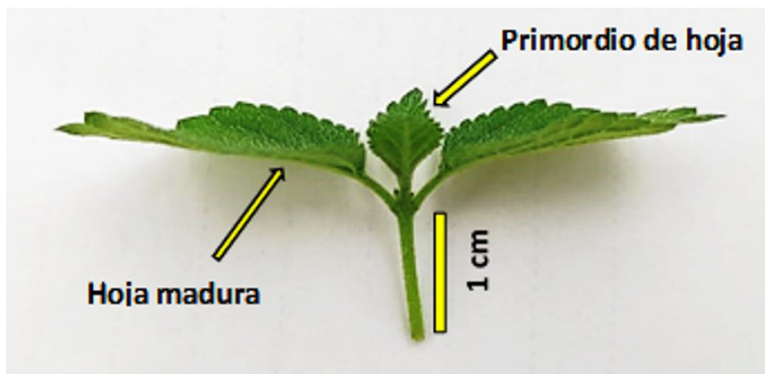


Figura 1. Esqueje herbáceo de Lantana.

Cuadro 1. Características relevantes de flores y tallos de las variedades Copo de oro, Pequeña amarilla y Sonrisa de rosa

Variedad	Serie	Color de la flor	Ramificación	Porte
Copo de oro	Lucky	Amarilla	Pobre	Compacto
Pequeña amarilla	Lucky	Amarilla	Media	Compacto
Sonrisa de rosa	Landmark	Roja	Muy pobre	Vigoroso

Estas variedades son actualmente las más demandadas en el mercado internacional, por su capacidad de producir gran número de flores y por sus intensos y llamativos colores.

Desinfección del sustrato previo a la siembra. El primer paso a realizar antes de la siembra de los esquejes fue hacer uso de una caldera de diésel que inyecta vapor de agua para aplicarlo directamente en los bancos de siembra y en el sustrato inerte o “escoria” en ambos casos se hicieron tres inyecciones de vapor a una temperatura constante de 90 °C durante una hora, con 15 minutos de intervalo por cada inyección.

Siembra. Una vez realizada la desinfección del sustrato para la siembra, se coloca el riego por goteo y se alinea de manera que cada gotero coincida con las cuatro plantas sembradas por cada maceta.

Corte de esquejes. Una vez extraídos los esquejes del área de enraizamiento de las tres variedades, se procedió a sembrarlos en el invernadero en sustrato de escoria de piedra volcánica, cuya función es el anclaje de las raíces.

Lantana es una especie ornamental con respuesta sensible a temperaturas altas y baja humedad relativa para realizar los cortes de los esquejes, debido a esas exigencias ambientales, es que se acondicionaron invernaderos con un sistema automático que está conectado a una estación meteorológica para medir la radiación acumulada, la humedad relativa y temperatura dentro de la infraestructura; el instrumento que realiza esas funciones es conocido como WatchDog que realiza las mediciones en tiempo real.

Efecto de tres intensidades de luz en el enraizamiento de esquejes. Para obtener plántulas de calidad se establecieron en un sustrato Pindstrup y se les suministró riego por nebulización cada dos horas durante los primeros siete días posteriores a la siembra. Una vez realizada la siembra de los esquejes, a la semana se realizó la “pinza” o despunte, para eliminar la dominancia apical, y estimular la brotación de las yemas axilares, ya que de esta forma se obtendrán plantas con dos yemas, para su posterior siembra en más macetas, este es un requisito en la formación de las plantas madre de Lantana.

Para el establecimiento de los experimentos con tres niveles de intensidad de luz en $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (micromoles por metro cuadrados por segundos), se realizó la configuración del panel de control de clima, para la apertura de las pantallas hasta alcanzar la intensidad de luz de cada uno de los tratamientos. Se colocó tela sarán negro en porcentaje de 60 % para disminuir la intensidad de luz hasta los ($54 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en el caso del tratamiento uno. En el Cuadro 2, se presentan los niveles de intensidad de luz a los que se expusieron los esquejes de las tres variedades de Lantana.

Cuadro 2. Niveles de intensidad de luz en el enraizamiento de esquejes de Lantana

Variedades	Tratamientos	Intensidad de luz ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
Copo de oro	T ₁	54
	T ₂	130
	T ₃	200
Pequeña amarilla	T ₄	54
	T ₅	130
	T ₆	200
Sonrisa de rosa	T ₇	54
	T ₈	130
	T ₉	200

$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$: micromoles por metro cuadrado medidos en un segundo

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Variables evaluadas. Después de tres semanas de la siembra de los esquejes en bandejas, se evaluarán las siguientes variables:

- a. Longitud de esquejes (cm) medido desde la base hasta el ápice del meristemo apical
- b. Longitud de la nervadura central (cm) medido desde el peciolo hasta el ápice de la hoja
- c. Número de raíces adventicias por esqueje
- d. Esquejes con defoliación (%)
- e. Botones florales por esqueje (%)

Debido que en 15 días la emisión de hojas de los esquejes de las tres variedades de Lantana es mínima, en cada esqueje se procedió a evaluar la longitud de la nervadura central de una hoja debidamente formada a partir del ápice.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con arreglo unifactorial con 15 observaciones por cada uno de los tratamientos en cada variedad. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con datos obtenidos de forma independiente por variedad y para encontrar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan con 5 % de margen de error. La base de datos se organizó en Excel y el análisis estadístico se utilizó el programa Infostat versión 2020.

Aplicación de Ethrel® 48 SL como inductor de la brotación de yemas axilares. Se aplicó el producto con nombre químico de Ácido-2-cloroetil-fosfónico y nombre comercial de Ethrel® 48 SL que es un grupo químico generador de etileno y su ingrediente activo es el Ethephon, que se emplea para inducir la brotación de yemas axilares en las variedades a las seis semanas en fase de crecimiento. Las aplicaciones del producto se realizan con equipo de protección y su distribución con bomba de mochila manual del modelo Matabí New Generation con capacidad de 20 litros.

Cuadro 3. Dosis de aplicación de Ethrel® 48 SL por variedad de Lantana

Variedades	Tratamientos	Dosis Ethrel® 48 SL (ppm)
Copo de oro	T ₁	0
	T ₂	25
	T ₃	50
	T ₄	75
Pequeña amarilla	T ₅	0
	T ₆	25
	T ₇	50
	T ₈	75
Sonrisa de rosa	T ₉	0
	T ₁₀	25
	T ₁₁	50
	T ₁₂	75

Las aplicaciones de Ethrel® 48 SL se realizó a las 6:30 de la mañana, y una vez finalizada, las pantallas black out son activadas para lograr un oscurecimiento total dentro del invernadero y así mejorar las condiciones climáticas.

Variables evaluadas. A las seis semanas se evaluó el efecto de las dosis de Ethrel® 48 SL que definirán nivel de calidad y homogeneidad de los esquejes a cosechar; por cada dosis y variedad se evaluaron las siguientes variables:

- a. Longitud de esqueje (cm); se midió desde la base hasta el ápice
- b. Longitud de entrenudos (cm); se midió la longitud entre cada yema axilar
- c. Número de brotes axilares por planta
- d. Longitud de nervadura central de la hoja (cm); se midió desde el peciolo hasta el ápice de la hoja

Para las dosis de Ethrel® 48 SL, se empleó igual diseño experimental y análisis estadístico como en el estudio de niveles de intensidad de luz.

Efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) en la preservación de esquejes. Los esquejes de cada variedad, una vez cortados con longitud a partir de la base de los esquejes de 1 cm y conteniendo dos hojas maduras y dos hojas jóvenes, se introdujeron en un artefacto conocido como peineta, la que contenía 105 esquejes. Las peinetas conteniendo los esquejes de cada variedad se introdujeron en bolsas de papel Kraft y se cubrieron con plástico transparente UV. En cada bolsa de papel Kraft se depositaron los esquejes y se cubrieron con plástico transparente. Los esquejes con características morfológicas uniformes se colocan en un termo que contiene hielo para mantener la temperatura a 15 °C, posteriormente todos los esquejes se introducen en una cámara de gaseo que mantuvo constante la temperatura a 10 °C. En la Figura 2 se observa el implemento “peineta” y el termo para la conservación de los esquejes.

Para la aplicación de 1-MCP en las cámaras de gaseo, se procedió a colocar cada bolsa conteniendo 105 esquejes en cajas de plástico con capacidad para 26 bolsas; cada cámara de gaseo tiene capacidad para almacenar 18 cajas.

Finalizadas las 24 horas de permanencia de los esquejes dentro de la cámara de gaseo, se procedió a llevarlos a una cámara de embalaje durante cuatro días a temperatura constante de 10 °C; bajo esas condiciones se procedió a la evaluación de 105 esquejes por tratamiento en cada variedad de Lantana.

CIENCIA DE LAS PLANTAS



Figura 2. Izquierda: esquejes de Lantana colocados en el implemento “peineta” / Derecha: termo para conservación de los esquejes.

Cuadro 4. Concentraciones de 1-Metilciclopropeno (ppm) por variedad de Lantana

Variedades	Tratamientos	Concentración de 1-MCP (ppm)
Copo de oro	T ₁	2
	T ₂	3
	T ₃	5
	T ₄	7
Pequeña amarilla	T ₅	2
	T ₆	3
	T ₇	5
	T ₈	7
Sonrisa de rosa	T ₉	2
	T ₁₀	3
	T ₁₁	5
	T ₁₂	7

1-MCP: 1-Metilciclopropeno, ppm: partes por millón.

Variables evaluadas. A las nueve semanas se evaluó el efecto de cada tratamiento de 1-Metilciclopropeno en 105 esquejes considerando las siguientes variables.

- a. Esquejes con necrosis en la región apical
- b. Esquejes en crecimiento activo
- c. Esquejes con raíces

Diseño experimental y análisis estadístico. Para esta evaluación se empleó un diseño completo al azar (DCA) con arreglo unifactorial. Por cada variedad los tratamientos de 1-MCP se evaluaron a las nueve semanas. Cada tratamiento estuvo conformado por 105 observaciones por variedad. Los datos se analizaron de forma independiente por variedad mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y

las diferencias entre tratamientos con la prueba de Student-Newman-Keuls $p < 0$ con 95 % de confiabilidad. Se utilizó el programa estadístico Infostat versión 2020.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de tres intensidades de luz en el enraizamiento de esquejes

Variedad Copo de oro. Por la variable longitud de los esquejes se alcanzó la mejor respuesta con intensidades luminosas de 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

En longitud de la nervadura central de la hoja y en número de raíces emitidas por esqueje resultaron con medias estadísticamente superiores con exposiciones de las plantas a 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ superando a las intensidades de 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

El porcentaje de botones florales con la intensidad de luz de 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fue de 60 %, y no se presentó floración con las intensidades de 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Cuadro 5).

El porcentaje de esquejes con defoliación fue mayor con el tratamiento con 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de intensidad luminosa (66.6 %); mientras que con los tratamientos a 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ el porcentaje de defoliación fue de 13.33 % en ambos casos.

Variedad Pequeña amarilla. Esta variedad presenta los mayores valores de longitud de esquejes, longitud de la nervadura central de la hoja, número de raíces por esqueje y brotación de botones florales con una exposición de intensidad de luz de 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Cuadro 6).

Cuadro 5. Comportamiento en la fase de enraizamiento a las tres semanas de la variedad Copo de oro por efecto de tres intensidades de luz

Intensidad de luz ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Longitud de esqueje (cm)	Longitud de la nervadura central de la hoja (cm)	Número de raíces por esqueje	Botones florales por esqueje (%)
54	2.02 b	2.00 c	3.20 c	0
130	3.60 a	2.97 a	5.80 a	0
200	3.67 a	2.73 b	5.00 b	60
CV	6.50	7.62	8.62	

CV: Coeficiente de variación. Letras distintas difieren estadísticamente.

Cuadro 6. Comportamiento en la fase de enraizamiento a las tres semanas de la variedad Pequeña amarilla por efecto de tres intensidades de luz

Intensidad de luz ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Longitud de esqueje (cm)	Longitud de la nervadura central de la hoja (cm)	Número de raíces por esqueje	Botones florales por esqueje (%)
54	2.10 c	2.17 c	3.93 c	0.00
130	3.47 b	2.97 b	5.80 b	0.00
200	3.67 a	3.60 a	6.27 a	26.66
CV	6.47	7.70	10.13	

CV: Coeficiente de variación. Letras distintas difieren estadísticamente.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

El porcentaje de esquejes con defoliación fue mayor con intensidad luminosa de 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ con 53.33 %; con intensidad de 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fue de 13.33 % y con 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ igual a 20 %.

Variación Sonrisa de rosa. En longitud de los esquejes no se presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos con intensidad luz de 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. La menor categoría estadística se obtuvo con luminosidad lumínica de 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. La longitud de la nervadura central de la hoja de los esquejes que se expusieron a intensidad de luz de 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ resultó mayor a las exposiciones de 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. En número de raíces fue mayor con 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de intensidad de luz; superando a las exposiciones de 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

El mayor porcentaje de botones florales por esqueje se presentó con exposición de los esquejes a intensidad de luz de 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. En el tratamiento con 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no se presentó la brotación floral (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comportamiento en la fase de enraizamiento a las tres semanas de la variedad Sonrisa de rosa por efecto de tres intensidades de luz

Intensidad de luz ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Longitud de esqueje (cm)	Longitud de la nervadura central de la hoja (cm)	Número de raíces por esqueje	Botones florales por esqueje (%)
54	2.17 b	2.02 c	3.33 c	0.00
130	2.94 a	3.13 b	6.53 a	20.00
200	2.99 a	3.47 a	4.80 b	53.33
CV	8.22	5.27	9.71	

CV: Coeficiente de variación. Letras distintas difieren estadísticamente.

El mayor porcentaje de esquejes con defoliación se registró por efecto de 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de intensidad de luz con 26.66 %, mientras que con intensidad de 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ el porcentaje de esquejes defoliados fue del 6.66 % y esquejes expuestos a 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de intensidad de luz no presentó defoliación.

Con la intensidad de luz de 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ se obtienen mejores resultados en comparación a la exposición de 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en longitud de esqueje, longitud de la nervadura central de la hoja y número de raíces por esqueje. En esas variables con intensidad de luz de 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ se presentó buena respuesta, con el inconveniente que favoreció la aparición de esquejes con brotes florales en un mayor porcentaje, respuesta fisiológica que se valora como negativa cuando el propósito de la fase de enraizamiento en *Lantana camara* es lograr plantas con activo crecimiento vegetativo, vigoroso y con baja floración.

En base a la respuesta del crecimiento de los esquejes y

la calidad que mostraron durante tres semanas, se comprobó que las tres variedades de lantana son altamente sensibles a la intensidad de luz por lo que es necesario garantizar los ajustes tanto en la cubierta externa como al interior del invernadero que permitan mantener una intensidad de luz estable, además que se hace necesario controlar automáticamente la temperatura y la humedad relativa durante el día como en la noche para que los esquejes tengan un buen crecimiento morfológico. Nell *et al.* (1990) afirman que la intensidad de luz bajo la cual se producen las plantas ornamentales y de follaje, es un factor importante porque se reconoce que las plantas producidas en niveles de luz reducidos pierden hojas una vez que las plantas son transferidas a interiores.

Efecto de Ethrel® 48 SL en el crecimiento y brotación de yemas axilares

Variación Copo de oro. La longitud de esqueje (cm) fue mayor con la aplicación de 25 ppm, 50 ppm y sin aplicación de Ethrel® 48 SL sin diferir estadísticamente entre ellas y superando a la dosis de 75 ppm. La longitud de entrenudos fue mayor sin el uso del fitoregulador seguido de la dosis de 25 ppm. Con la aplicación de 75 ppm de Ethrel® 48 SL se obtuvo la mejor respuesta en número de brotes axilares por planta. En longitud de la nervadura central de la hoja se presentó similar comportamiento entre las dosis aplicadas (Cuadro 8).

La floración solo se presentó en plantas que no se le aplicó Ethrel® 48 SL y al que se le aplicó dosis de 25 ppm, lográndose porcentajes respectivos del 100 % y de 60 %.

Variación Pequeña amarilla. Cuando no se aplicó Ethrel® 48 SL la longitud de esqueje es mayor a las obtenidas con las dosis del fitoregulador y estadísticamente igual sin aplicación o con la dosis de 25 ppm de Ethrel para longitud de entrenudos y longitud de la nervadura central de la hoja, en cambio en el número de brotes axilares por planta las dosis de 50 ppm y 75 ppm del fitoregulador superan al resto de los tratamientos (Cuadro 9).

Cuadro 8. Comportamiento de la variedad Copo de oro por efecto de las dosis del fitoregulador a las seis semanas

Dosis de Ethrel® 48 SL (ppm)	Longitud de esqueje (cm)	Longitud entrenudos (cm)	Número de brotes axilares por planta	Longitud de nervadura central de la hoja (cm)
0	14.16 a	3.67 a	2.00 c	3.20 ab
25	13.74 a	2.55 b	2.13 c	3.30 a
50	13.77 a	1.40 c	2.60 b	3.11 b
75	12.44 b	1.26 c	3.54 a	3.21 ab
CV	4.05	11.44	23.35	7.50

CV: Coeficiente de variación. Letras distintas difieren estadísticamente.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 9. Comportamiento de la variedad Pequeña amarilla por efecto de las dosis del fitorregulador a las seis semanas de aplicación

Dosis de Ethrel® 48 SL (ppm)	Longitud de esqueje (cm)	Longitud entrenudos (cm)	Número de brotes axilares por planta	Longitud de nervadura central de la hoja (cm)
0	16.71 a	4.99 a	2.00 c	4.12 a
25	15.83 b	5.07 a	2.93 b	4.13 a
50	14.50 c	4.31 b	7.35 a	3.91 c
75	14.30 c	4.11 c	7.47 a	3.95 bc
CV	3.17	5.25	25.41	5.85

CV: Coeficiente de variación. Letras distintas difieren estadísticamente.

La floración se presentó sin la aplicación del fitorregulador (80 %) y con la dosis de 25 ppm de Ethrel® 48 SL (73.33 %).

Variedad Sonrisa de rosa. En longitud de esqueje y longitud de entrenudos se obtienen mayores valores con el tratamiento sin adición del fitorregulador, en cambio en número de brotes axilares por planta el mayor número se presenta con la dosis de 75 ppm de Ethrel® 48 SL. La variable longitud de la nervadura central de la hoja no difieren entre los tratamientos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comportamiento de la variedad Sonrisa de rosa por efecto de las dosis del fitorregulador a las seis semanas de aplicación

Dosis de Ethrel® 48 SL (ppm)	Longitud de esqueje (cm)	Longitud entrenudos (cm)	Número de brotes axilares por planta	Longitud de nervadura central de la hoja (cm)
0	15.73 a	1.80 a	2.00 cd	5.21 a
25	14.49 b	1.55 b	2.13 c	5.29 a
50	13.75 c	1.46 bc	2.27 b	5.39 a
75	13.68 c	1.30 c	2.59 a	5.30 a
CV	4.90	18.03	28.14	4.60

Ethrel® 48 SL: Fitorregulador, CV: Coeficiente de variación. Letras distintas difieren estadísticamente.

En las tres variedades las aplicaciones de 75 ppm de Ethrel® 48 SL, aunque en longitud de esquejes y longitud de entrenudos resultaron significativamente inferiores, esas expresiones son favorables para las plantas que se desarrollarán después de trasplantadas. Caso contrario es la variable número de brotes por esqueje, que presentó resultados superiores a los tratamientos sin Ethrel® 48 SL, y a las dosis de 25 ppm y 50 ppm. Cuando hay mayor brotación axilar las plantas desarrollarán una mejor formación de la copa, que en el mercado de exportación de *Lantana camara*, se valora como una característica de calidad. En las variedades “Copo de oro” y “Pequeña amarilla” la variable longitud de la nervadura central de la hoja presentó la menor categoría

estadística con las aplicaciones de 50 ppm y 75 ppm de Ethrel® 48 SL y con esas dosis de aplicación se inhibió o provocó aborto floral en las tres variedades.

Serek *et al.* (1995) consideran que el etileno, es el principal promotor de la degradación del color de las hojas, aspecto que resulta de vital importancia en la industria de

exportación de esquejes herbáceos, donde reducir la caída de las hojas y el porcentaje de esquejes con necrosis en la región apical, incrementa la calidad de las exportaciones al inhibirse la epinastia de las hojas de lantana.

Efecto del 1-MCP en la conservación de la cadena de frío en el almacenamiento y transporte de esquejes

Variedad Copo de oro. El análisis muestra diferencias significativas ($P \leq 0,05$) por efecto de la aplicación de 1-MCP en las tres variables evaluadas. Con la aplicación de 2 ppm de 1-MCP se presentó mayor cantidad de esquejes con deterioro fisiológico de necrosis apical lográndose con las aplicaciones de 3 ppm, 5 ppm y 7 ppm de 1-MCP una reducción significativa de necrosis, en cambio, se obtiene mayor crecimiento activo de los esquejes y esquejes con raíces con la aplicación de 7 ppm de 1-MCP (Cuadro 11).

Variedad Pequeña amarilla. Por efecto de la aplicación de 1-MCP

en las tres variables evaluadas se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$). La menor afectación de necrosis apical en los esquejes se presentó con la aplicación de 7 ppm de 1-MCP, así como el 100 % de los esquejes con crecimiento activo y con emisión de raíces.

Cuadro 11. Porcentajes de esquejes con necrosis, esquejes en crecimiento activo y esquejes con raíces en la variedad Copo de oro según dosis de 1-MCP

Tratamientos 1-MCP (ppm)	Esquejes con necrosis apical (%)	Esquejes en crecimiento activo (%)	Esquejes con raíces (%)
2	84.76 a	9.14 c	3.80 c
3	6.47 b	83.04 b	80.19 b
5	4.95 b	95.04 ab	86.66 ab
7	2.66 bc	99.81 a	99.43 a

Letras distintas indican diferencias significativas (Kruskal-Wallis, Student-Newman-Keuls).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Los resultados de los porcentajes de esquejes con necrosis, esquejes en crecimiento activo y esquejes con raíces en la variedad Pequeña amarilla se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Porcentajes de esquejes con necrosis, esquejes en crecimiento activo y esquejes con raíces en la variedad Pequeña amarilla según dosis de 1-MCP

Tratamientos 1-MCP (ppm)	Esquejes con necrosis apical (%)	Esquejes en crecimiento activo (%)	Esquejes con raíces (%)
2	70.09 a	3.81 c	3.23 c
3	6.27 b	82.09 b	82.09 b
5	4.76 bc	95.23 ab	95.23 ab
7	1.90 c	100.00 a	100.00 a

Letras distintas indican diferencias significativas según Kruskal-Wallis, Student-Newman-Keuls.

Variedad Sonrisa de rosa. Se presenta mayor afectación de necrosis apical cuando se aplicó 2 ppm de 1-MCP, superado por la dosis de 7 ppm de 1-MCP, esta misma dosis presenta los mayores porcentajes en el crecimiento activo y presencia de raíces.

La respuesta de la variedad Sonrisa de rosa se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Porcentajes de esquejes con necrosis, esquejes en crecimiento activo y esquejes con raíces en la variedad Sonrisa de rosa según dosis de 1-MCP

Tratamientos 1-MCP (ppm)	Esquejes con necrosis apical (%)	Esquejes en crecimiento activo (%)	Esquejes con raíces (%)
2	95.23 a	4.19 c	3.23 c
3	9.13 b	87.23 b	87.23 b
5	5.71 bc	87.61 b	87.60 b
7	2.85 c	100.00 a	100.00 a

Letras distintas por columna indican diferencias significativas (Kruskal-Wallis, Student-Newman-Keuls).

En las tres variedades de Lantana únicamente el porcentaje de esquejes con defoliación fue superior cuando se expusieron a baja intensidad de luz de 54 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, mientras que en las variedades Copo de oro y Pequeña amarilla con 54 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y 130 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ no se presenta brotación floral. En las tres variedades resultó que a baja intensidad de luz (54 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) los esquejes presentaron menor crecimiento en las variables longitud de esqueje, longitud de la nervadura central y en el número de raíces por esqueje, además afectó con mayor porcentaje de defoliación a los esquejes. En las tres variedades la intensidad de luz de 200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ estimuló la brotación floral, respuesta fisiológica es valorada como negativa cuando el propósito de la fase de enraizamiento en

Lantana es lograr plantas en activo crecimiento vegetativo vigoroso y sin signos de floración. López *et al.* (2008) experimentando con *Euphorbia pulcherrima* Willd) cv “Orion Red observaron que cuando los tejidos se desarrollaron bajo intensidades de luz 1 120, 500, 470 y 390 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, resultó mayor la altura del tallo principal de la planta con intensidades intermedias, mientras que el diámetro del tallo principal y la concentración de clorofilas totales fueron superiores en las plantas desarrolladas en altas intensidades de luz (1 120 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

Aplicaciones de 75 ppm de Ethrel® 48 SL en las tres variedades produjo menor expresión en las variables longitud de esqueje, longitud de entrenudos y número de brotes por planta, efecto que se favorece debido a que las plantas desarrollan mejor formación de la copa, aspecto que en el mercado de exportación de Lantana se valora como una característica de calidad. En las variedades Copo de oro y Pequeña amarilla, la variable longitud de la nervadura central de la hoja presentó la menor categoría estadística con las aplicaciones de 50 ppm y 75 ppm de Ethrel® 48 SL, dosis que inhibió o provocó aborto floral en las tres variedades. Estos resultados coinciden con lo afirmado por Reid (1992), al indicar que las aplicaciones exógenas de etileno afectan varios aspectos del desarrollo floral, incluido el aborto de botones florales, retraso en la iniciación de la floración, senescencia de los botones florales maduros, marchitamiento de los pétalos o falta de apertura del capullo. Southernag (2012) como se cita en Cadenas (2015), reporta que el producto Ethrel actúa evitando la defoliación en algunos cultivos como crisantemos (*Chrysanthemum* spp.), geranios (*Geranium* spp.), alegría (*Impatiens walleriana*), Lantana (*Lantana camara*) y verbena (*Verbena hybrida*).

La aplicación de 7 ppm de 1-MCP en las tres variedades y las tres variables analizadas produjo los mejores resultados conforme al objetivo de reducir mínimamente el deterioro fisiológico cuando se dispone de un período corto para realizar la siembra en bandejas dentro del invernadero. Una vez pasadas nueve semanas desde que se realizó la siembra es cuando las plantas han alcanzado un crecimiento

CIENCIA DE LAS PLANTAS

vegetativo óptimo para la exportación vía aérea a diferentes países. Ruíz *et al.* (2015) utilizaron plantas de nochebuena cv. Freedom roja en madurez comercial y tratadas con 1-MCP con dosis de 0, 0.25, 0.50 y 0.75 ppm por 24 horas en cámara de gaseo y obtuvieron mejor respuesta con la dosis de 0.75 ppm porque mantuvieron por más tiempo la apariencia visual y el color en hojas.

CONCLUSIONES

Con intensidades de luz de 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ se obtuvieron mejores resultados en comparación a la exposición a intensidad de luz de 54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en longitud de esqueje, longitud de la nervadura central de la hoja y número de raíces por esqueje. Además, con intensidad de luz de 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no se

presentaron botones florales por esqueje en las variedades “Copo de oro” y “Pequeña amarilla” y en la variedad “Sonrisa de rosa” fue del 20 %. Con intensidad de luz de 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en las tres variedades se observó la inducción de botones florales.

Aplicaciones de 75 ppm de Ethrel® 48 SL permite en las tres variedades menor expresión en longitud del tallo y longitud de entrenudos, pero con mayor número de brotes por esqueje, resultado que favorece el desarrollo y formación de copa.

La aplicación de 7 ppm de 1-MCP permite en las tres variedades la obtención de plantas con buenas características morfológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cadenas Sabala, W. W. (2015). *Evaluación de etefón sobre el rendimiento de esquejes de exportación en variedades ornamentales de Lantana (Lantana camara). Villa Canales, Guatemala* [Tesis de Ingeniería, Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/03/Cadenas-Walter.pdf>
- López Martínez, V., Alia Tejacal, I., Torres Jiménez, G., Alvear García, A., Tapia Delgado, A., Guillén Sanchez, D., Andrade Rodríguez, M., Villegas Torres, O. G. y Colinas León, M. (2008). Intensidad de sombreado en la calidad de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd) cv “Orion red”. *Investigación Agropecuaria*, 5(1), 27-33. <https://investigacionagropecuaria.jimdofree.com/app/download/5944811357/LOPEZ-MARTINEZ+et+al.pdf?t=1366637267>
- Martínez, F. (2009). *Multipliación de ornamentales por esqueje de tallo. Planteles, semilleros y viveros*. Ediciones de Horticultura.
- Nell, T. A., Leonard, R. T., & Barret, J. E. (1990). Production and postproduction irradiance affects acclimatization and longevity of potted chrysanthemum and poinsettia. *Amer.Soc. Hort. Sci.*, 115(2), 262-265. <https://doi.org/10.21273/JASHS.115.2.262>
- Reid, M. S. y Wu, M. J. (1992). *Ethylene and flower senescence. Plant Growth Regulation*, 11, 37-43. https://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/files/231008.pdf
- Ruíz Alvarado, C. (2015). *1-MCP sobre características físicas de nochebuena y rosa en poscosecha* [Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Baja California]. Repositorio Institucional. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/entities/publication/00e23363-1eae-42ae-8d4b-fab660ccfbd0>
- Serek, M., Sisler, E. C., & Reid, M. S. (1995). Effects of 1-MCP on the vase life and ethylene response of cut flowers. *Plant Growth Regulation*, 16, 93-97. https://www.academia.edu/14920921/Effects_of_1_MCP_on_the_vase_life_and_ethylene_response_of_cut_flowers
- Swarbrick, J. T., Willson, B. W., & Hannan-Jones, M. A. (1995). The biology of Australian weeds 25. *Lantana camara* L. *Plant Protection Quarterly*, 10(2), 82–95. <https://caws.org.nz/PPQ8910/PPQ%2010-3%20pp082-95%20Swarbrick.pdf>