

Efecto de tres concentraciones de Chlormequat (Cycocel®) en producción de plántulas de lechuga cultivar Tropicana

Roberto Alejandro Bermúdez Loor

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

Efecto de tres concentraciones de Chlormequat (Cycocel®) en producción de plántulas de lechuga cultivar Tropicana

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Roberto Alejandro Bermúdez Loor

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Efecto de tres concentraciones de Chlormequat (Cycocel®) en producción de plántulas de lechuga cultivar Tropicana

Roberto Alejandro Bermudez Loor

Resumen. El uso de productos reguladores de crecimiento compuestos de fitohormonas, proporcionan cosechas de calidad y mayores rendimientos en cultivos ornamentales y frutales. El chlormequat es un compuesto usado en agricultura como regulador de crecimiento para inhibir la síntesis de giberelinas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres concentraciones de chlormequat (Cycocel®) sobre plántulas de lechuga en invernadero. Se evaluaron cuatro tratamientos, utilizando el producto Cycocel®, aplicado a dosis de 4.2, 8.4 y 12.6 mL/L, a los 15 días después de siembra (DDS), comparados con un testigo sin aplicación. Se utilizó un diseño completo al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura total de la planta, altura y diámetro del tallo, número de hojas y volumen y longitud de raíz. Los datos se recolectaron a los 26 DDS cuando las plántulas presentaban las condiciones óptimas para el trasplante. Las plántulas aplicadas con chlormequat a 12.6 mL/L, presentaron menor altura total (9.3 cm) y menor altura de tallo (12 mm), sin embargo, presentaron un diámetro igual al testigo, 3.1 mm para ambos tratamientos. Para volumen y longitud de raíz, todos los tratamientos fueron superiores al testigo.

Palabras clave: Fitohormonas, inhibidor de giberelinas, plántulas.

Abstract: The use of growth regulating products composed of plants hormones provides quality crops and higher yields in ornamental and fruit crops. Chlormequat is a compound used in agriculture as a growth regulator inhibiting the synthesis of gibberellins. The objective of this study was the evaluation of the effect of three chlormequat (Cycocel®) concentrations on greenhouse lettuce seedlings. Four treatments were evaluated, using the product Cycocel®, applied at concentrations of 4.2, 8.4 and 12.6 mL/L, 15 days after sowing (DAS), compared with a control without application. A complete random design with four repetitions was used. The evaluated variables were total plant height, height and diameter of the stem, number of leaves and volume and length of root. The data was collected at 26 DAS when the seedlings presented the optimal conditions for transplant. The seedlings applied with chlormequat at 12.6 mL/L, presented a lower total plant height (9.3 cm) and lower stem height (12 mm). However, it presented a diameter equal to the control, 3.1 mm for both treatments. For root volume and length, all treatments were superior to the control.

Keywords: Gibberellin inhibitor, plant hormones, seedlings.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIÓN.....	10
5. RECOMENDACIONES	11
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros Página

1. Dosis de Cycocel® aplicadas a plántulas de lechuga cv Tropicana a los 15 días después de siembra..... 4
2. Efecto de tres concentraciones de Cycocel® en la altura de plántulas , altura de tallo y diámetro de tallo de plántulas de lechuga cv. Tropicana..... 8
3. Efecto de tres concentraciones de Cycocel® en el número de hojas en plántulas de lechuga cv. Tropicana 7

Figuras Página

1. Intensidad lumínica expresada como radiación fotosintéticamente activa ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) dentro y fuera del invernadero..... 6
2. Quemaduras y amarillamiento a los tres y siete días después de la aplicación de Cycocel® a 12.6 mL/L en plántulas de lechuga cv.Tropicana 7

1. INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas es importante en la alimentación y nutrición de la población mundial, ya que son fuente de vitaminas y minerales esenciales para los procesos metabólicos. La producción de plántulas es de vital importancia en la producción de hortalizas. La calidad de las plántulas está determinada por un sistema radicular bien desarrollado, alto vigor y plántulas compactas, esto se logra con la implementación de un plan de fertilización óptimo y proporcionando las condiciones favorables dentro del invernadero (Jaramillo Noreña *et al.* 2016).

El cultivo de lechuga pertenece a las hortalizas de hojas, su producción ha venido en aumento por ser una hortaliza de consumo fresco, especialmente para ensaladas y componente de comidas rápida. La lechuga posee una gran diversidad de tipos varietales es capaz de producirse durante todo el año, con alta demanda en el mercado hortícola (Jaramillo Noreña *et al.* 2016).

Las plántulas de lechuga en su etapa inicial son exigentes de alta intensidad lumínica para un mejor desarrollo foliar, peso y calidad, con una baja radiación solar y alta nubosidad las hojas son más delgadas y menos compactas, disminuyendo la calidad de las plántulas al momento del trasplante al campo (Jaramillo Noreña *et al.* 2016). La producción de plántulas de lechuga en condiciones ambientales desfavorables de baja intensidad lumínica y altas temperaturas presenta elongación celular, promoviendo el alargamiento del tallo. Las plántulas aptas para el trasplante deben presentar resistencia a la manipulación, una altura de ocho centímetros con cuatro a seis hojas verdaderas, un pilón bien estructurado que contribuya a una fácil adaptación al trasplante (Saavedra 2017).

La semilla de lechuga en óptimas condiciones germina en un periodo de tres a cuatro días y está lista para el trasplante 30 días después de la siembra. Las semillas germinadas en condiciones de temperaturas desfavorables, desencadenan problemas en el crecimiento del tallo, siendo susceptibles a la elongación celular, de igual manera elevadas cantidades de giberelinas provoca amarillamiento de las hojas debido a que no obtiene sus requerimientos fotosintéticos necesarios, esto causado por las condiciones ambientales (Martínez-García *et al.* 2002).

Las plantas producen hormonas naturales las cuales fomentan, inhiben o modifican los procesos fisiológicos en la planta (Castillo Portela 2004). Las fitohormonas están constituidas por las giberelinas, auxinas, citocininas, ácido abscísico y etileno, estas hormonas al ser aplicadas por el hombre en los cultivos son consideradas como reguladores del crecimiento (Cossio 2013). Los reguladores de crecimiento son productos orgánicos o sintéticos, su efecto en la planta es promover o inhibir el desarrollo vegetativo (Akter 2015).

Las giberelinas se caracterizan como una de las hormonas de mayor importancia actuando principalmente en la germinación de las semillas, floración y cuajado de los frutos. Bajo condiciones de alta nubosidad, altas temperaturas y baja intensidad lumínica, el ácido giberélico, induce un incremento en la elongación de tallos. Las auxinas al igual que las giberelinas son consideradas como las hormonas de mayor relevancia en la reproducción asexual, las auxinas inducen la elongación y división celular específicamente del sistema radicular (Castillo Portela 2004).

El regulador de crecimiento chlormequat conocido comercialmente con el nombre comercial Cycocel[®], es utilizado frecuentemente en la industria de plantas ornamentales por su efecto en inhibición en la síntesis en la producción de giberelinas. Hashemabadi *et al.* (2012) demostraron que el uso de Cycocel[®] en *Caléndula officinalis* L. redujo la altura de la planta e incrementó el número de hojas. Estudios realizados en la aplicación de Cycocel[®] en el cultivo de lechuga, demuestran que inhibe la síntesis de ácido giberélico, hormona que promueve el crecimiento acelerado de las plántulas, obteniendo plántulas más compactas y con mayor número de hojas (Akter 2015).

En la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, el cultivo de lechuga producido por la Unidad de producción Hortícola tiene gran importancia económica aportando el 56% en los ingresos anuales por ventas externas. Para cumplir con el plan de producción, las plántulas de lechuga se producen en la sección de Producción de plántulas de la Unidad de Ornamentales. La producción se realiza en macrotúneles, los cuales no disponen de tecnología que permita controlar factores ambientales como intensidad lumínica y temperatura. En el último año los cultivares de lechuga Kristine y Tropicana han presentado alargamiento en sus tallos, efecto causado por alta nubosidad, resultando en el desarrollo de tallos débiles que al momento de ser trasplantado a campo presentan una mortalidad que en temporada lluviosa puede llegar hasta el 50%. Dada esta problemática es importante buscar alternativas para producir plantas más compactas y reducir el alargamiento en tallos.

El objetivo de este estudio fue:

- Evaluar el efecto de tres concentraciones de chlormequat (Cycocel[®]) como regulador de crecimiento en plántulas de lechuga, cultivar Tropicana en macrotúnel.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación.

El experimento se llevó a cabo en la Sección de Producción de Plántulas de la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, durante el mes de octubre de 2018. El experimento se llevó a cabo en el interior de un invernadero con cubierta de plástico y malla de sombreo negra con 30% de sombra. La temperatura promedio diaria durante el ensayo fue de 35.25 °C dentro del invernadero.

Tratamientos.

Para la evaluación se utilizó el regulador de crecimiento Cycocel® (cloruro de chlormequat 11.8%), los tratamientos evaluados fueron Cycocel® 4.2 mL/L, Cycocel® 8.4 mL/L, Cycocel® 12.6 mL/L, comparadas con un testigo el cual no tuvo aplicación del regulador de crecimiento (Cuadro 1). Se realizó una sola aplicación en las plántulas de lechuga a los 15 días después de la siembra (DDS).

Las aplicaciones se realizaron con un atomizador manual, el cual fue calibrado previo la aplicación de los tratamientos. Para la calibración se roció el follaje de las plántulas de lechuga sembradas en bandejas de 162 celdas. Para obtener gotas uniformes en las aplicaciones con la misma fuerza. Después de la aplicación se procedió a medir el volumen para determinar la cantidad de solución aplicada por bandeja. El volumen aplicado por bandeja fue de 125 mL de la solución. Siguiendo las recomendaciones del fabricante, se aplicó a las 6:00 p.m, hora a que la temperatura se encuentra baja, para reducir quemaduras en el follaje, ocasionada generalmente en condiciones de alta luminosidad, estrés térmico y alta precipitación.

Durante el experimento se realizó un monitoreo de la intensidad lumínica de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) utilizando un Hydrofarm® Quantum PAR meter. Se tomaron cuatro lecturas por día tanto dentro como fuera del invernadero. Todas las plantas estuvieron sometidas a la misma intensidad lumínica por lo cual esto no tiene ningún efecto en las variables de respuesta definidas para determinar el efecto de los tratamientos.

Cuadro 1. Dosis de Cycocel® aplicadas a plántulas de lechuga cv. Tropicana a los 15 días después de siembra.

Tratamientos	Concentración de cloruro de Chlormequat mg/mL	Dosis de Cycocel® mL/L
Cycocel® 12.6	1.5	12.6
Cycocel® 8.4	1.0	8.4
Cycocel® 4.2	0.5	4.2
Testigo	0.0	0.0

Siembra. Se utilizaron semillas de lechuga de cultivar Tropicana, estas fueron sembradas en bandejas de poliestireno de 162 celdas, el uso de bandejas brinda a cada planta un buen crecimiento, evitando competencia radicular. Las bandejas previas a la siembra fueron lavadas con agua a presión para eliminar residuos presentes en la bandeja, después se desinfectó sumergiéndola por cinco minutos en una solución de hipoclorito de calcio 40%.

Para la siembra se utilizó el sustrato Pindstrup® el cual contiene 88% de materia orgánica, elaborado con derivados de musgo de turba, con un pH 5.5, aireación del 2% y una humedad del 48%. Previo al llenado de bandejas, el sustrato se humedeció, se llenaron las bandejas, después se hicieron los hoyos en cada celda para colocar una semilla por postura procurando que quedara en el centro de cada celda, para aportar una buena distribución radicular. La siembra se hizo de forma manual, una vez sembradas se taparon las celdas con el mismo medio utilizado para la siembra.

Las bandejas se trasladaron al cuarto de pregerminación por un periodo de 48 horas, con el objetivo de uniformizar la temperatura, humedad relativa y la oscuridad contribuyendo con las mismas condiciones ambientales para todas las bandejas garantizando la germinación uniforme. Al culminar este periodo fueron trasladadas hacia el macrotúnel para continuar el crecimiento. El riego se realizó dos veces al día, dependiendo de las condiciones ambientales. Se estableció el programa de fertilización tres veces por semana con nitrato de potasio (KNO₃), a una dosis de 0.77 g/L a partir del quinto día después de la siembra.

Variables medidas.

Las variables se evaluaron a los 26 días después de la siembra, edad cuando se encuentran listas para el trasplante. Para la recolección de datos se seleccionaron cinco plántulas al azar de cada unidad experimental para las variables de altura de planta, altura del tallo, diámetro del tallo y número de hojas. Para las variables volumen y longitud de raíz se utilizaron tres pilones de las cinco plántulas seleccionadas.

Altura total (cm). Para medir la altura total de la planta se realizó un corte en la base del tallo, posteriormente se colocaron en posición horizontal, para proceder a medir desde la base del tallo hasta el borde superior de la hoja más alta. La altura total se midió en centímetros utilizando una regla.

Altura de tallo (mm). Para medir la altura del tallo, las plántulas se colocaron en posición horizontal, para proceder a medir desde la base del tallo hasta el meristemo apical. La altura del tallo se midió en milímetros utilizando un pie de rey digital.

Diámetro de tallo (mm). Para medir el diámetro del tallo de la planta, se midió en el centro desde la base hasta el primer ápice meristemático. Se midió en milímetros, utilizando un pie de rey digital.

Número de hojas. Se contaron todas las hojas presentes en la plántula a excepción de las cotiledonares.

Longitud y volumen de raíz. Para estas variables se utilizaron tres pilones por bandeja de las plántulas seleccionadas. Las raíces fueron trasladadas al Laboratorio de Diagnóstico Molecular de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se inició con el lavado de las raíces para eliminar el sustrato adherido, posteriormente las raíces se colocaron en un recipiente con agua destilada dentro del escáner para proceder a la lectura. Estos datos fueron obtenidos a través del programa WinRHIZO®.

Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizó un diseño experimental Completamente al Azar donde se evaluaron cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de 16 unidades experimentales. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias DUNCAN con una probabilidad de $P \leq 0.05$, utilizando el programa de análisis estadístico Statistical Analysis System (SAS® versión 9.4).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Intensidad lumínica.

De acuerdo al monitoreo de intensidad lumínica, durante el estudio se presentó un PAR promedio dentro del invernadero de $317 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, un 65.25% menor a la intensidad lumínica fuera del invernadero, $912 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (Figura 1). La máxima intensidad se registró durante las horas de medio día, presentando un promedio durante el estudio de $504 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

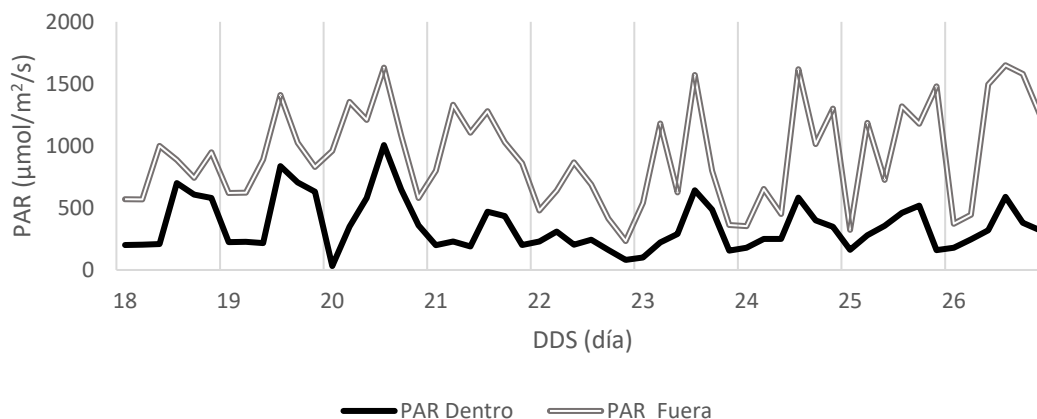


Figura 1. Intensidad lumínica expresada como radiación fotosintéticamente activa ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) dentro y fuera del invernadero.

La aplicación de Cycocel® causó fitotoxicidad en las hojas donde hubo contacto, provocando amarillamiento y quemaduras, promoviendo la producción de nuevos brotes foliares en la planta. Este efecto es causa del deterioro de las clorofilas durante la aplicación en presencia de luz y altas temperaturas que incrementa el efecto en las hojas, las cuales después contienen elevadas cantidades de clorofilas. Presentando una coloración verde más intensa (Figura 2).



Figura 2. Quemaduras y amarillamiento a los tres y siete días después de la aplicación de Cycocel® a 12.6 mL/L en plántulas de lechuga cv. Tropicana.

Altura total de la planta.

Los tratamientos aplicados con Cycocel® produjeron efectos sobre el crecimiento de las plántulas, dependiendo la concentración utilizada por cada tratamiento. Cycocel® aplicado a 12.6 mL/L produjo plántulas más pequeñas (9.36 cm) comparadas con el testigo (14.69 cm), presentando una reducción sobre la altura de 5.33 cm (Cuadro 2).

El efecto sobre la altura de la planta causado por la aplicación de Cycocel® está determinado por la concentración utilizada, donde el mecanismo de acción de Cycocel® en dosis elevadas es más efectivo y ocurre en menor tiempo, a diferencia de las dosis bajas con mayor duración (Pilatti *et al.* 2005). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Passam *et al.* (2007), quienes demostraron que la aplicación de Cycocel® en el cultivo de lechuga a concentraciones de 500 y 1500 mg/L desarrollaron plántulas con tallos más cortos.

Altura del tallo.

La aplicación de Cycocel® a 12.6 mL/L, presentó plántulas con tallos más cortos (12 mm), comparados con el testigo que obtuvo una altura de 21 mm. Sin embargo, los tres tratamientos aplicados con Cycocel® presentaron una reducción en la altura del tallo en comparación con el testigo (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gholampour *et al.* (2012) quienes obtuvieron que la concentración aplicada de Cycocel® a 1500 mg/L sobre el cultivo de col y col rizada, produjo longitud de tallos más cortos (2.03 cm) comparados con el testigo (2.85 cm).

El problema del alargamiento del tallo en plántulas de lechuga es inducido principalmente en condiciones de alta nubosidad, baja intensidad lumínica y altas temperaturas. Estas condiciones en conjunto estimulan una acelerada elongación de los hipocótilos, desarrollando tallos más débiles (Saavedra *et al.* 2017).

Diámetro del tallo.

Para la variable diámetro del tallo la aplicación de Cycocel® a 12.6 mL/L, presentó valores similares (3.12 mm), en comparación con el testigo (3.11 mm). Los tratamientos aplicados con Cycocel® presentaron diferencias entre ellos (Cuadro 2). Estos resultados en el diámetro coinciden con Helaly *et al.* (2016), quienes demostraron que la aplicación de Cycocel®

sobre el cultivo de cebolla, presentó un aumento en la masa radicular, favoreciendo la formación de hojas vigorosas, cebollines con cuellos cortos y de mayor diámetro.

Número de hojas.

El tratamiento de Cycocel® a dosis 12.6 mL/L obtuvo resultados similares al testigo, siendo diferentes con las dosis más bajas, las cuales no presentaron diferencias entre sí (Cuadro 2). Esto coincide con investigaciones realizadas por Kaviani y Fakouri (2016), quienes evaluaron la aplicación de Cycocel® sobre la altura de coles ornamentales, demostraron que la aplicación a 1500 mg/L de Cycocel®, presentó plantas más cortas (10.79 cm) en comparación con el control (15.20 cm), de igual manera causó una reducción en la longitud de las hojas, debido a que la toxicidad causada por Cycocel® promueve la formación de nuevos brotes foliares, desarrollando plantas más compactas con mayor número de hojas.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de tres concentraciones de Cycocel® en altura de plántula, altura de tallo y diámetro de tallo de plántulas de lechuga cv. Tropicana.

Tratamientos mL/L	Altura total (cm)	Altura del tallo (mm)	Diámetro del tallo (mm)	Número de hojas
Cycocel® 12.6	9.3 d	12 c	3.1 a	5.0 a
Cycocel® 8.4	10.7 c	14 c	2.3 b	4.0 b
Cycocel® 4.2	11.6 b	18 b	1.9 c	4.0 b
Testigo	14.6 a	21 a	3.1 a	5.0 a
R ²	0.82	0.46	0.51	0.32
CV	8.12	22.62	19.66	11.4

&Valores con letras distintas en la columna presentan diferencias significativas (P<0.05)

Volumen de raíz.

Para el volumen de la raíz no hubo diferencias entre las plántulas aplicadas con Cycocel® a 4.2 mL/L y 8.4 mL/L, pero si se observó diferencias comparado con el testigo que presentó menor volumen radicular (Cuadro 3). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Kaviani y Fakouri (2016), que demostraron que el uso de Cycocel® sobre el crecimiento de plántulas de tomate, causó una modificación aumentando la relación de materia seca del sistema radicular, con la parte aérea de las plántulas. La aplicación a 4.2 mL/L, obtuvo el mayor volumen radicular, probablemente debido a la presencia de raíces finas. Las tres concentraciones evaluadas provocaron un aumento del 17% de masa radicular en comparación con el testigo.

Longitud de raíz.

El tratamiento con dosis 4.2 mL/L presentó diferencias significativas con los demás tratamientos (Cuadro 4). Cycocel® en concentración 4.2 mL/L presentó una longitud de raíz de 269 cm comparado con el testigo que presentó una longitud de raíz inferior de 141 cm. Estos resultados coinciden con Medina *et al.* (2012) quienes obtuvieron que la aplicación de Cycocel® sobre el cultivo de papa presentó una reducción del número de raíces por planta. Determinaron que dosis bajas aumentan la partición de los asimilados a las raíces, aumentando el número de raíces más finas.

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de tres concentraciones de Cycocel® en el volumen, longitud de la raíz de plántulas de lechuga cv. Tropicana.

Tratamientos mL/L	Volumen (cm³)	Longitud (cm)
Cycocel® 12.6	0.18 ab ^{&}	212 b
Cycocel® 8.4	0.19 a	225 b
Cycocel® 4.2	0.23 a	269 a
Testigo	0.13 b	141 c
R ²	0.24	0.46
CV	37.20	24.44

[&]Valores con letras distintas en la columna presentan diferencias significativas (P<0.05)

4. CONCLUSIÓN

- El uso del regulador de crecimiento Chlormequat (Cycocel®) aplicado 15 DDS en el cultivo de lechuga, produce plántulas de menor altura total, altura de tallo a dosis 12.6 mL/L y un mejor sistema radicular a dosis 4.2 mL/L.

5. RECOMENDACIONES

- Aplicar Cycocel® 12.6 mL/L, en las épocas del año con baja intensidad lumínica, a los 15 días después de la siembra (DDS) para obtener plántulas con menor altura al momento del trasplante.
- Evaluar dosis mayores de Cycocel® en plántulas de lechuga para obtener mayor información sobre su efecto en la producción de lechuga en invernadero.
- Evaluar el efecto de la temperatura sobre el alargamiento del tallo en plántulas de lechuga.
- Evaluar el efecto de Cycocel® en las diferentes variedades de lechuga cultivadas en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Evaluar el comportamiento de las plántulas de lechuga aplicadas con Cycocel® en campo.
- Evaluar el costo de aplicación de Cycocel® en la producción de plántulas de lechuga
- Determinar el porcentaje de mortalidad a trasplante de plántulas de lechuga del cultivar Tropicana aplicadas con Cycocel® a los 15 días después de la siembra (DDS).

6. LITERATURA CITADA

- Akter T. 2015. Efecto del ácido gibberélico y espacio en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). Departamento de horticultura. Universidad Agrícola Sher-E-Bangla. Dhaka-1207. Reg. No. 08-2795. [consultado 2018 oct 19].
http://www.saulibrary.edu.bd/daatj/public/index.php/getDownload/SAU201501_05-08-02795_11.pdf.
- Castillo Portela G. 2004. Desarrollo de métodos cromatográficos para la determinación de giberelinas y auxinas en caldos de fermentación. La Habana, Cuba. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Universidad de la Habana. Facultad de Química. [consultado 2018 oct 16].
http://karin.fq.uh.cu/acc/2016/CIENCIAS_TECNICAS/032/New/Documentaci%C3%B3n/Parte%20III/Bibliograf%C3%ADa/cap.%204.3/4.3.7.pdf
- Cossio L. 2013. Cátedra de Fisiología Vegetal. Reguladores de crecimiento. Guía de Estudio. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura FaCENA. Departamento de biología. Área de botánica. Universidad Nacional del Nordeste UNNE. Argentina. [consultado 2018 oct 16].
<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guiadeestudio-reguladoresdecrecimiento.pdf>
- Gholampour A, Hashemabadi D, Sedaghatthoor Sh, Kavian B. 2012. Controlling Ornamental Cabbage and Kale (*Brassica oleracea*) Growth via Cycocel. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*. 2(2): 103-112.
- Hashemabadi D, Lipaei S, Shadparvar V, Zarchini M, Kaviani B. 2012. The effect of cycocel and daminozide on some growth and flowering characteristics of *Calendula officinalis* L., an ornamental and medicinal plant. *Journal of Medicinal Plants Research*. 6(9): 1752-1757.
- Helaly A, Abdelghafar M, Al-Abd M, Alkharpotly A. 2016. Efecto de los bulbos de (*Allium cepa* L.) empapados en reguladores de crecimiento sobre su crecimiento y producción de semillas. Departamento de Horticultura, Universidad de Al-Azhar. El Cairo, Egipto. [consultado 2018 oct 31].
<http://medcraveonline.com/APAR/APAR-04-00139.pdf>.

- Jaramillo Noreña J, Aguilar Aguilar P, Tamayo Molano P. 2016. Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el Oriente Antioqueño. Medellín, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; Gobernación de Antioquia, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 147 p. ISBN: 9789588955100. [consultado 2018 oct 19]. <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20LA%20LECHUGA.pdf>.
- Kaviani B, Fakouri M, Negadhar N. 2012. The effect of iron nano-chelate fertilizer and Cycocel (CCC) on some quantity and quality characters of *Euphorbia pulcherrima* Willd. Journal of Medical Bioengineering. 5(1): 141-144.
- Martínez-García J, Monte E, Ruiz Cantón F. 2002. Fitocromos y desarrollo vegetal. Instituto de Biología Molecular de Barcelona. Centro de Expresión Génica de Plantas (PGE) de Albany. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Biología Molecular y Bioquímica de la Universidad de Málaga. España. [consultado 2018 oct 31]. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Fitocromos%20y%20desarrollo%20vegetal.pdf>.
- Medina R, Burgos A, Difranco V, Mroginski L, Cenóz P. 2012. Efectos del cloruro de clorocolina y paclobutrazol en el crecimiento de las plantas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz cv. Rocha) y la calidad de la raíz tuberosa. Instituto de Botánica del Nordeste, CONICET. Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Corrientes, Argentina. ISSN 1668-298X. [consultado 2018 oct 31]. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2012000100006.
- Passam H, Koutri A, Karapanos I. 2007. El efecto de la aplicación de cloruro de cloromequat (CCC) en la elongación, etapa de floración y producción de semillas de plantas de lechuga previamente tratado con agua o ácido giberélico (GA3). Ciencia Hortícola. Universidad de Agricultura de Atenas, Grecia. [consultado 2018 oct 31]. [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0806/EJPSB_2\(1\)/EJPSB_2\(1\)91-93o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0806/EJPSB_2(1)/EJPSB_2(1)91-93o.pdf).
- Pilatti R, Bouzo C, Chiossoe J. 2005. Evaluación de concentraciones y oportunidad de aplicación de cloruro de cloromequat sobre el crecimiento de plántulas de tomate. Horticultura Argentina. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias. Cátedra de Fisiología Vegetal. Esperanza, Santa Fe. Argentina. [consultado 2018 oct 31]. https://www.researchgate.net/publication/284188707_Evaluation_of_different_concentrations_and_time_of_application_of_cloromequat_chloride_on_tomato_seedling_growth.

Saavedra G, Corradini F, Antúnez A, Felmer E, Estay P, Sepúlveda P. 2017. Manual de producción de lechuga. Instituto de Desarrollo Agropecuario. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA. N° 09. [consultado 2018 oct 19]. ISSN 0717 – 4829.
<http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09%20Manual%20Lechuga.pdf>.