

**Efecto de sorbitol e inhibidores de giberelinas  
en crecimiento *in vitro* de segmentos nodales  
de camote (*Ipomoea batatas* L. Lam.) y papa  
(*Solanum tuberosum* L.)**

**Dacia Yaritza Lopez Lopez**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de sorbitol e inhibidores de giberelinas  
en crecimiento *in vitro* de segmentos nodales  
de camote (*Ipomoea batatas* L. Lam.) y papa  
(*Solanum tuberosum* L.)**

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

Presentado por

**Dacia Yaritza Lopez Lopez**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2019

## Efecto de sorbitol e inhibidores de giberelinas en crecimiento *in vitro* de segmentos nodales de camote (*Ipomoea batatas* L. Lam.) y papa (*Solanum tuberosum* L.)

Dacia Yaritza Lopez Lopez

**Resumen.** La conservación *in vitro* es una de las opciones para almacenar plantas sin riesgos a contaminación. Hay distintos métodos para realizar conservación como la criopreservación y el uso de reguladores de crecimiento. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de sorbitol e inhibidores de giberelinas en segmentos nodales de papa y camote para su conservación *in vitro*. Se usaron vitroplántulas de camote var. Beauregard y papa var. Purén. Para cada cultivo se realizaron dos experimentos, con un diseño completamente al azar. Camote experimento 1: Medio Murashige y Skoog (MS) suplementado con 70 g/L sacarosa (testigo), 35 g/L sacarosa, 35 g/L sorbitol o 35 g/L sacarosa + 10 mg/L ancymidol. Experimento 2: MS a la mitad de componentes (testigo) suplementado con 0.004 mg/L paclobutrazol, 0.49 mg/L chlormequat o 234.6 mg/L daminozide. Papa experimento 1: MS con 20 g/L sacarosa (testigo), 10 g/L sacarosa, 10 g/L sorbitol o 10 g/L sacarosa + 10 mg/L ancymidol. Experimento 2: MS (testigo), MS+0.004 mg/L paclobutrazol, MS a la mitad de componentes suplementado (MS $\frac{1}{2}$ ), o MS  $\frac{1}{2}$  +0.004 mg/L paclobutrazol. Las variables evaluadas fueron número de nudos y altura. En camote, sorbitol causó latencia, paclobutrazol y chlormequat redujeron el número de nudos. En papa el tratamiento con 10 g/L de sacarosa redujo la cantidad de nudos, paclobutrazol presentó el menor número de nudos y altura de vitroplántulas.

**Palabras clave:** Ancymidol, daminozide, paclobutrazol, sacarosa, sorbitol.

**Abstract.** *In vitro* conservation is one of the options for storing plants without risk to contamination. There are different methods for conservation such as cryopreservation and the use of growth regulators. The objective of this study was to evaluate the effect of sorbitol and gibberellins inhibitors on nodal segments of potato and sweet potato for *in vitro* conservation. Seedlings var. Beauregard for sweet potato and var. Puren for potato were used. Two experiments were performed for each crop, with a completely random design. Sweet potato experiment 1: Half Murashige and Skoog (MS) supplemented with 70 g/L sucrose (control), 35 g/L sucrose, 35 g/L sorbitol or 35 g/L sucrose + 10 mg/L ancymidol. Experiment 2: Half-component MS (control) supplemented with 0.004 mg/L paclobutrazol, 0.49 mg/L chlormequat or 234.6 mg/L daminozide. Potato experiment 1: MS with 20 g/L sucrose (control), 10 g/L sucrose, 10 g/L sorbitol or 10 g/L sucrose + 10 mg/L ancymidol. Experiment 2: MS (control), MS + 0.004 mg/L paclobutrazol, MS with half of components supplemented (MS  $\frac{1}{2}$ ), or MS  $\frac{1}{2}$  + 0.004 mg/L paclobutrazol. The variables evaluated were number of nodes and height. In sweet potato, sorbitol caused latency, paclobutrazol and chlormequat reduced the number of nodes. In potato, treatment with 10 g/L of sucrose reduces the amount of nodes and paclobutrazol had the least number of nodes and height of seedlings.

**Key words:** Ancymidol, daminozide, paclobutrazol, sorbitol, sucrose.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros y figuras .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>20</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Medio de cultivo de Murashige y Skoog modificado para la multiplicación <i>in vitro</i> de camote ( <i>Ipomoea batatas</i> L. Lam) .....	4
2. Medio de cultivo de Murashige y Skoog modificado para la multiplicación <i>in vitro</i> de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) .....	5
3. Efecto de la reducción de sacarosa y suplementación de sorbitol y ancymidol en el número de nudos en camote cultivado <i>in vitro</i> .....	10
4. Efecto de la reducción de sacarosa y suplementación de sorbitol y ancymidol en la altura de camote cultivado <i>in vitro</i> .....	11
5. Efecto de la reducción de nutrientes e inhibidores de giberelinas en el número de nudos en camote cultivado <i>in vitro</i> .....	12
6. Efecto de la reducción de nutrientes e inhibidores de giberelinas en la altura de camote cultivado <i>in vitro</i> .....	13
7. Efecto de la reducción de nutrientes e inhibidores de giberelinas en el número de nudos en camote reactivado <i>in vitro</i> en medio MS .....	14
8. Efecto de la reducción de sacarosa y suplementación de sorbitol y ancymidol en el número de nudos en papa cultivada <i>in vitro</i> .....	15
9. Efecto de la reducción de sacarosa y suplementación de sorbitol y ancymidol en la altura de papa cultivada <i>in vitro</i> .....	15
10. Efecto de la reducción de nutrientes y paclobutrazol en el número de nudos en papa cultivada <i>in vitro</i> .....	17
11. Efecto de la reducción de nutrientes y paclobutrazol en la altura de papa cultivada <i>in vitro</i> .....	17
12. Efecto de la reducción de nutrientes y paclobutrazol en el número de nudos en papa reactivada <i>in vitro</i> en medio MS .....	19

Figura	Página
1. Medición de altura en vitroplántula de camote .....	8
2. Medición de altura en vitroplántula de papa .....	8
3. Plántula de camote en medio de cultivo de Murashige y Skoog MS. a. Segmento nodal en MS +35 g/L sorbitol a los 60 días; b. Camote en medio de multiplicación in vitro de camote a los 30 días de reactivación .....	9
4. Vitroplántulas de camote en medio: a. Testigo 35 g/L sacarosa, b. Ancymidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa a los 30 días; c. Testigo 35 g/L sacarosa, d. Ancymidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa a los 60 días .....	11
5. Altura de vitroplántula de camote a los 60 días en medio: a. Testigo 70g/L sacarosa, b. Testigo 35 g/L sacarosa, c. Sorbitol 35 g/L, d. Ancymidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa .....	11
6. Altura de vitroplántula de camote a los 30 días en medio: a. Testigo Absoluto MS, b. Testigo ½ MS, c. Paclobutrazol 0.004 mg/L ½ MS, d. Chlormequat 0.49 mg/L ½ MS, e. Daminozide 234.6 mg/L ½ MS .....	13
7. Vitroplántulas de papa: a. Formación de grupos de hojas en medio Ancymidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa; b. Testigo 20 g/L sacarosa .....	15
8. Altura de plántula de papa a los 30 días en medio: a. Testigo 20 g/L sacarosa, b. Testigo 10 g/L sacarosa, c. Sorbitol 10 g/L, d. Ancymidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa .....	16
9. Altura de plántula de papa a los 30 días en medio: a. Testigo Absoluto MS, b. Testigo ½ MS, c. Paclobutrazol 0.004 mg/L MS, d. Paclobutrazol 0.004 mg/L ½ MS .....	18
10. Vitroplántula de papa extraída de medio ½ MS + 0.004 mg/L paclobutrazol hiperhidratada y con presencia de raíces .....	18

# 1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum L.*) por su alto contenido de carbohidratos y vitaminas, es uno de los principales cultivos en el área occidental de Honduras, dado que la región presenta características climáticas frías, favorables para el cultivo. El camote (*Ipomoea batatas L. Lam.*) al igual, es un cultivo de importancia por su aporte nutricional en la alimentación. En Honduras se producen aproximadamente 700 hectáreas en Comayagua, La Paz, Cortés y Olancho. Honduras en el 2016 exportó el 84% de la producción a la Unión Europea, 11.15% a Canadá y 4.39% a Estados Unidos y se espera un crecimiento del 10% en los próximos años (Padilla *et al.* 2019).

La conservación de las líneas de papa se realiza a través de semilla vegetativa (tubérculos), dado que las semillas verdaderas no pueden ser utilizadas para conservar genotipos individuales seleccionados, por ser una especie heterocigótica con progenie segregada. El camote se propaga a través de esquejes, la conservación de estos se puede realizar en campo y a través de la micropropagación (Gopal *et al.* 2002).

La conservación *in vitro* representa una de las mejores opciones para almacenar plantas sin riesgos a contaminación, mal nutrición o pérdida por cambios climáticos, como sería en campo. Se habla de distintos métodos para realizar la conservación haciendo variaciones tanto en los medios como en el ambiente, un ejemplo es la reducción de temperatura de 22 °C a 6°-12 °C (Westcott 1981). Sin embargo, en la mayoría de los laboratorios de la región centroamericana se utilizan áreas de incubación con 22°- 24 °C, sin la posibilidad de bajar tanto la temperatura. A nivel de investigación se encuentran ciertos compuestos que actúan como retardadores de crecimiento, algunos usados *in vitro*, otros a nivel de producción de plántulas.

La conservación *in vitro* se realiza a través de cambios en el ambiente para desacelerar o suprimir el crecimiento celular o de tejidos. Este tipo de conservación es utilizada con el objetivo de aumentar el tiempo de transferencia del cultivo al máximo. Se habla de dos tipos de conservación *in vitro* de bancos genéticos: banco genético *in vitro* activo, que funciona manteniendo en crecimiento lento los cultivos, banco genético *in vitro* básico, que utiliza criopreservación (Withers y Williams 1985). El material que se recupera de la conservación debe representar genéticamente el material inicial. El resultado obtenido de ambos tipos de conservación es comparable, aunque en uno se utilice criopreservación y en el otro se trabaje a través de estrés osmótico y la adición de inhibidores de crecimiento al medio de cultivo (Schilde-Rentscheler y Roca 1987).

El sorbitol es un poliol, es decir, un alcohol de azúcar (Gerlach y Hiby 1974), que ha sido utilizado como osmoregulador, que ocasiona estrés osmótico y a la vez aporta energía, este

fue utilizado en un experimento para conservación de germoplasma de papa en combinación con manitol, otro osmoregulador que no se utiliza dado que provoca un potencial osmótico negativo provocando pérdida de agua de las células, por lo que puede provocar la muerte de las plantas (Díaz Narváez *et al.* 2015).

Ancymidol (A-Rest<sup>®</sup>) inhibe la elongación tanto de tallos como de raíces (Tanimoto 1991), es una pirimidina que cumple función de regulador de la actividad de crecimiento, inhibiendo la producción de giberelinas. La eficiencia de este producto fue medida en distintas concentraciones, en combinación con sacarosa observando que con una alta concentración como 25  $\mu\text{M}$  de ancymidol a una temperatura de  $24 \pm 1$  °C se reduce la altura de las plantas significativamente (Sarkar *et al.* 2000). La absorción de este regulador se realiza a través de la raíz y las hojas (Currey y Lopez 2019). Similar a este regulador se encuentra el Paclobutrazol (Bonzi<sup>®</sup>) que, al igual, actúa como retardador y en sitios de acción similares para la inhibición de giberelinas y en otras ocasiones como fungicida (Lewis *et al.* 2016), normalmente este regulador ha sido utilizado en campo en palma aceitera y cítricos asperjado en plantas adultas (Hadlow y Allan 1989).

Daminozide (B-Nine<sup>®</sup>) es de común uso en la producción de flores por su función en la inhibición de giberelinas que son las responsables de la elongación en las plantas, este es generalmente atomizado para ser absorbido por las hojas. Daminozide interviene inhabilitando el 3  $\beta$ -hidroxilasa, en menor cantidad, el 2  $\beta$ -hidroxilasa, esto sucede por la competencia del co-sustrato, 2-oxoglutarate en el sitio activo de la hidroxilasa que interviene en etapas posteriores de la biosíntesis de giberelina (Ramos Pacheco 2008). Chlormequat (Cycocel<sup>®</sup>) otro conocido retardador de crecimiento, bloquea las ciclasas copalil-difosfato sintetasa y entkaureno sintetasa envueltas en las primeras etapas del metabolismo de las giberelinas (Rademacher 2000).

El objetivo de este estudio fue:

- Evaluar el efecto de sorbitol e inhibidores de giberelinas en segmentos nodales de papa y camote para su conservación *in vitro*.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante los meses de mayo hasta septiembre de 2019, en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicado en el km 30 carretera Tegucigalpa hacia Danlí, Honduras.

### **Fuente de material vegetal.**

Se usaron vitroplántulas de camote variedad Beauregard y papa variedad Purén, en etapa de multiplicación subcultivo 1 papa y 3 camote. Se realizaron cortes de segmentos nodales de éstas plántulas, que se subcultivaron de forma rutinaria.

### **Medio de cultivo basal.**

Para camote se usó el medio Murashige y Skoog modificado por Jarret (1991) descrito en el Cuadro 1 y para papa se usó el medio MS modificado por Tacoronte *et al.* (2004), descrito en el Cuadro 2. Los medios se suplementaron con los tratamientos evaluados.

### **Incubación.**

Durante todo el experimento los segmentos nodales se incubaron en ambiente controlado con un fotoperiodo de 16 horas luz / 8 horas oscuridad,  $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de radiación fotosintéticamente activa,  $24 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  y 60-70% humedad relativa.

Cuadro 1. Medio de cultivo de Murashige y Skoog modificado para la multiplicación *in vitro* de camote (*Ipomoea batatas* L. Lam.).

<b>Componentes</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Nombre común</b>	<b>mg/L</b>
Macroelementos MS	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Nitrato de amonio	1650.000
	KNO <sub>3</sub>	Nitrato de potasio	1900.000
	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Sulfato de magnesio heptahidratado	370.000
	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	Cloruro de calcio bihidratado	440.000
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Fosfato monobásico de potasio	170.000
Microelementos MS	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Ácido bórico	6.200
	CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	Cloruro de cobalto hexahidratado	0.025
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	Sulfato de cobre pentahidratado	0.025
	KI	Yoduro de potasio	0.830
	MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	Sulfato de manganeso tetrahidratado	22.300
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Molibdato de sodio bihidratado	0.250
	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Sulfato de zinc heptahidratado	8.600
	FeNa EDTA	Hierro Sodio Etilendiaminotetraacético	50.000
Vitaminas	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	Inositol	100.000
	C <sub>12</sub> H <sub>17</sub> N <sub>4</sub> OS+	Tiamina	0.400
Carbohidratos	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	Sacarosa	70000.000

Fuente: Jarret 1991

Cuadro 2. Medio de cultivo de Murashige y Skoog modificado para la multiplicación *in vitro* de papa (*Solanum tuberosum* L.).

Componentes	Fórmula	Nombre común	mg/L
Macroelementos MS	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Nitrato de amonio	1650.000
	KNO <sub>3</sub>	Nitrato de potasio	1900.000
	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Sulfato de magnesio heptahidratado	370.000
	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	Cloruro de calcio bihidratado	440.000
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Fosfato monobásico de potasio	170.000
Microelementos MS	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Ácido bórico	6.200
	CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	Cloruro de cobalto hexahidratado	0.025
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	Sulfato de cobre pentahidratado	0.025
	KI	Yoduro de potasio	0.830
	MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	Sulfato de manganeso tetrahidratado	22.300
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Molibdato de sodio bihidratado	0.250
	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Sulfato de zinc heptahidratado	8.600
	FeNa EDTA	Hierro Sodio Etilendiaminotetraacético	50.000
	Vitaminas	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	Inositol
C <sub>8</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>3</sub>		Piridoxina	0.500
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>		Ácido Nicotínico	0.500
Proteína	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	Glicina	2.000
Carbohidratos	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	Sacarosa	20000.000

Fuente: Tacoronte *et al.* 2004

### Experimentos con camote.

#### Efecto del ancymidol, sorbitol y la reducción de sacarosa en el cultivo *in vitro* de segmentos nodales de camote.

**Tratamientos evaluados.** Este experimento evaluó el efecto de reducir a la mitad la dosis de sacarosa y la suplementación con sorbitol y ancymidol en los medios. Teniendo los tratamientos de la siguiente manera:

1. Testigo Absoluto. Medio MS con 70 g/L sacarosa (Cuadro1).
2. Testigo ½ Sacarosa. Medio MS con 35 g/L sacarosa.
3. Sorbitol. Medios MS sin sacarosa + 35 g/L sorbitol.
4. Ancymidol. Medio MS con 35 g/L sacarosa + 10 mg/L (40 µM) ancymidol. Para agregar este compuesto se usó 0.38 mL/L del producto comercial A-Rest 0.0264% de ingrediente activo.

Los segmentos nodales de camote fueron inoculados en frascos de 100 mL conteniendo 20 mL del medio con el tratamiento a evaluar. Se colocó un segmento nodal por frasco y posterior a la siembra fueron sellados y rotulados. El tratamiento Sorbitol fue transferido al

día 60 al medio de cultivo de Murashige y Skoog modificado para la multiplicación *in vitro* de camote (Cuadro 1).

### **Efecto de inhibidores de giberelinas y la reducción de nutrientes en el cultivo *in vitro* de segmentos nodales de camote.**

**Tratamientos evaluados.** Este experimento evaluó el efecto de la reducción a la mitad de todos los componentes del medio MS modificado para camote y la suplementación con inhibidores de giberelinas. Teniendo los tratamientos de la siguiente manera:

1. Testigo Absoluto. Medio MS con 70 g/L de sacarosa (Cuadro 1).
2. Testigo ½ MS. Medio MS ½. Medio MS con todos los componentes a la mitad de la dosis.
3. Paclobutrazol. Medio MS ½ elementos + 0.004 mg/L paclobutrazol. Para agregar este compuesto se usó 1 mL/L del producto comercial Bonzi 0.4% de ingrediente activo.
4. Chlormequat. Medio MS ½ elementos + 0.49 mg/L chlormequat. Para agregar este compuesto se usó 4.2 mL/L del producto comercial Cycocel 11.8% de ingrediente activo.
5. Daminozide. Medio MS ½ elementos + 234.6 mg/L daminozide. Para agregar este compuesto se usó 276 mg/L del producto comercial B-Nine 85% de ingrediente activo.

Los segmentos nodales de camote fueron inoculados en tubos de 150 × 25 mm conteniendo 10 mL del medio con el tratamiento a evaluar. Se colocó un segmento nodal por tubo y posterior a la siembra fueron sellados y rotulados.

Después de 60 días en el tratamiento, se transfirieron 15 nudos por tratamiento al medio de cultivo de Murashige y Skoog modificado para la multiplicación *in vitro* de camote (Cuadro 1).

### **Experimentos con papa.**

#### **Efecto del ancymidol, sorbitol y la reducción de sacarosa en el cultivo *in vitro* de segmentos nodales de papa.**

**Tratamientos evaluados.** Este experimento evaluó el efecto de reducir a la mitad la dosis de sacarosa y la suplementación con sorbitol y ancymidol en los medios. Teniendo los tratamientos de la siguiente manera:

1. Testigo Absoluto. Medio MS con 20 g/L sacarosa (Cuadro 2).
2. Testigo ½ Sacarosa. Medio MS con 10 g/L sacarosa.
3. Sorbitol. Medio MS sin sacarosa + 10 g/L sorbitol.
4. Ancymidol. Medio MS con 10 g/L sacarosa + 10 mg/L (40 µM) ancymidol. Para agregar este compuesto se usó 0.38 mL/L del producto comercial A-Rest 0.0264% de ingrediente activo.

Los segmentos nodales de papa fueron inoculados en frascos de 100 mL conteniendo 20 mL del medio con el tratamiento a evaluar. Se colocó un segmento nodal por frasco y posterior a la siembra fueron sellados y rotulados.

### **Efecto de inhibidores de giberelinas y la reducción de nutrientes en el cultivo *in vitro* de segmentos nodales de papa.**

**Tratamientos evaluados.** Este experimento evaluó el efecto de la reducción a la mitad de los todos los componentes del medio MS modificado para papa y la suplementación con inhibidores de giberelinas. Teniendo los tratamientos de la siguiente manera:

1. Testigo Absoluto. Medio MS con 20 g/L de sacarosa (Cuadro 2).
2. Testigo ½ MS. Medio MS con todos los componentes a la mitad de la dosis.
3. MS Paclobutrazol. Medio MS + 0.004 mg/L paclobutrazol.
4. ½ MS Paclobutrazol. Medio MS a la mitad + 0.004 mg/L paclobutrazol.

Los segmentos nodales de papa fueron inoculados en tubos de 150 × 25 mm conteniendo 10 mL del medio con el tratamiento a evaluar. Se colocó un segmento nodal por tubo y posterior a la siembra fueron sellados y rotulados.

Después de 60 días en el tratamiento, se transfirieron 15 nudos por tratamiento al medio de cultivo de Murashige y Skoog modificado para la multiplicación *in vitro* de papa (Cuadro 2).

**Variables evaluadas.** En los dos experimentos y en los dos cultivos se evaluó:

- Número de nudos cada 15 días hasta el día 60, considerando todos los nudos en el tallo más el apical. En el Experimento 1, se midieron el número de nudos a los 30, 45 y 60 días, en el Experimento 2 y 4 se midieron a los 21 días.
- Altura de plántulas al día 30 y 60 en el Experimento 1 y al día 60 en el Experimento 2. Se utilizó una regla milimetrada y se realizó tomando 5 plántulas al azar de cada tratamiento y sacándolas del medio de cultivo, por lo que el muestreo fue destructivo. La medición se hizo extendiendo la plántula y midiendo desde la base del tallo hasta el meristemo apical (Figura 1 y Figura 2).

En el Experimento 1. se calculó el porcentaje de reactivación de los meristemas transferidos al medio de cultivo de Murashige y Skoog modificado para la multiplicación *in vitro* de camote (Cuadro 1), luego de permanecer en el tratamiento Sorbitol por 60 días.



Figura 1. Medición de altura en vitroplántula de camote.

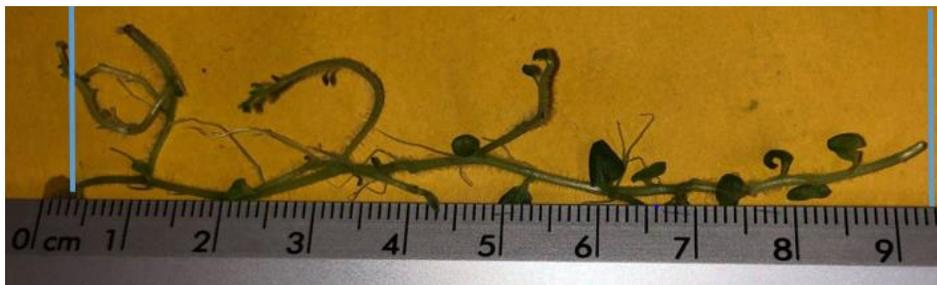


Figura 2. Medición de altura en vitroplántula de papa.

**Diseño experimental.** En los cuatro experimentos se utilizó el Diseño Completo al Azar y en cada experimento las repeticiones por tratamiento fueron:

- Experimento 1, cuatro tratamientos y 50 repeticiones.
- Experimento 2, cinco tratamientos y 50 repeticiones.
- Experimento 3, cuatro tratamientos y 25 repeticiones.
- Experimento 4, cuatro tratamientos y 50 repeticiones.

**Análisis estadístico.** En los dos experimentos se realizó análisis de varianza y separación de medias por el método de Duncan, con probabilidad  $\leq 0.05$ , se usó el software “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.1<sup>®</sup>).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Experimentos con camote.

#### Efecto del sorbitol, ancymidol y la reducción de sacarosa en el cultivo *in vitro* de segmentos nodales de camote.

Al día 15 se observó crecimiento del esqueje a partir de los segmentos nodales establecidos en todos los tratamientos, excepto en el medio suplementado con sorbitol en el cual se mantuvieron los explantes (segmentos nodales) verdes sin crecimiento y algunos cafées parcial o completamente hasta el final del experimento al día 60 (Figura 3).

Los segmentos nodales establecidos en Sorbitol y que fueron transferidos al día 60 a medio de cultivo de Murashige y Skoog modificado para la multiplicación *in vitro* de camote (Cuadro 1) luego de 30 días en este medio se observó crecimiento de hojas en los nudos en un 36.36% de las muestras (Figura 3), 45 días después se obtuvieron 38.64% explantes activos y al finalizar los 60 días un total del 52.27%. Se contabilizó un 15.90% de mortalidad de explantes cultivados en Sorbitol y el resto que no está activo se mantiene verde sin crecimiento, por lo que existe la posibilidad de que con un mayor tiempo estos explantes salieran de latencia.

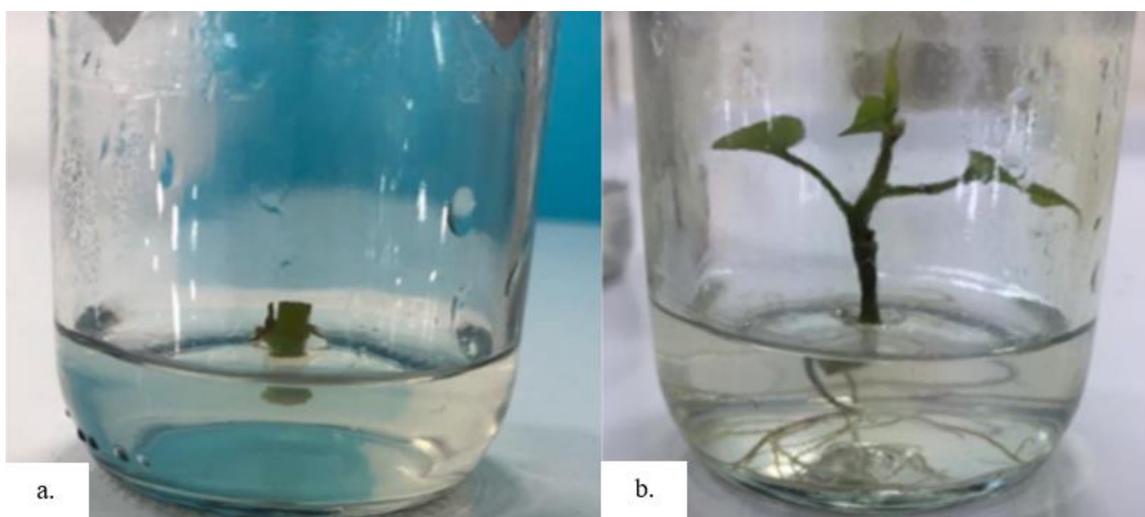


Figura 3. Plántula de camote en medio de cultivo de Murashige y Skoog MS. a. Segmento nodal en MS +35 g/L sorbitol a los 60 días; b. Camote en medio de multiplicación *in vitro* de camote a los 30 días de reactivación.

El sorbitol como agente osmótico causa una reducción de altura en cultivos como la caña de azúcar a concentraciones entre 30 y 40 g/L (Bello-Bello *et al.* 2014). Hassan *et al.* (2007) mencionan mayor número de raíces y una reducción en crecimiento al usar concentraciones de 36.5 y 72.8 g/L de sorbitol en ajo. da Silva y Scherwinski-Pereira (2011) indicaron que el sorbitol en concentraciones altas puede ser dañino y causar mortalidad en las plantas, como en el presente estudio que se presentó un 15.90% de mortalidad. El sorbitol al ser un alcohol puede ser quemante y probablemente en el caso del camote la dosis de 35 g/L haya sido demasiado alta, por lo que mató algunas plantas y retardó por completo el crecimiento de los explantes, además el haber eliminado por completo la sacarosa en ese tratamiento pudo haber retardando el crecimiento.

Los tratamientos Ancymidol y Testigo ½ Sacarosa proporcionaron menor cantidad de nudos en comparación con el Testigo absoluto (Cuadro 3, Figura 4). Es decir, que estos tratamientos pueden ser una opción en cuanto a la reducción de crecimiento de las plántulas. El ancymidol funciona inhibiendo la elongación de tallos y raíces (Tanimoto 1991) con su función de regulador de la actividad de crecimiento a través de la inhibición de las giberelinas. La eficiencia de este producto fue medida en distintas concentraciones, en combinación con sacarosa observando que con una alta concentración como 6.4 mg/L de ancymidol a una temperatura de  $24 \pm 1$  °C se reduce la altura de las plantas significativamente (Sarkar *et al.* 2000). En cuanto a altura de la planta no se encontraron diferencias significativas a excepción de Sorbitol (Cuadro 4) dado que no hubo crecimiento durante los primeros 60 días (Figura 5).

Cuadro 3. Efecto de la reducción de sacarosa y suplementación de sorbitol y ancymidol en el número de nudos en camote cultivado *in vitro*.

Tratamiento	Número de nudos			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Testigo 70 g/L Sacarosa	2.61 a <sup>¥</sup>	6.53 a <sup>¥</sup>	8.61 a <sup>¥</sup>	14.12 a <sup>¥</sup>
Testigo 35 g/L Sacarosa	2.62 a	6.09 a	7.14 b	9.28 b
Sorbitol 35 g/L	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c
Ancymidol 10 mg/L+35 g/L Sacarosa	1.74 b	4.61 b	5.55 c	10.36 b
<b>CV</b>	5.55	7.39	7.45	6.49
<b>R<sup>2</sup></b>	0.41	0.63	0.71	0.86
<b>Probabilidad</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

<sup>¥</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

Cuadro 4. Efecto de la reducción de sacarosa y suplementación de sorbitol y ancymidol en la altura de camote cultivado *in vitro*.

Tratamiento	Altura de la plántula (cm)	
	30 días	60 días
Testigo 70 g/L Sacarosa	2.30 a <sup>¥</sup>	3.70 a <sup>¥</sup>
Testigo 35 g/L Sacarosa	1.90 a	4.82 a
Sorbitol 35 g/L	0.00 b	0.00 b
Ancymidol 10 mg/L+35 g/L Sacarosa	1.56 a	3.84 a
<b>CV</b>	4.24	6.32
<b>R<sup>2</sup></b>	0.52	0.62
<b>Probabilidad</b>	0.0104	0.0011

<sup>¥</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

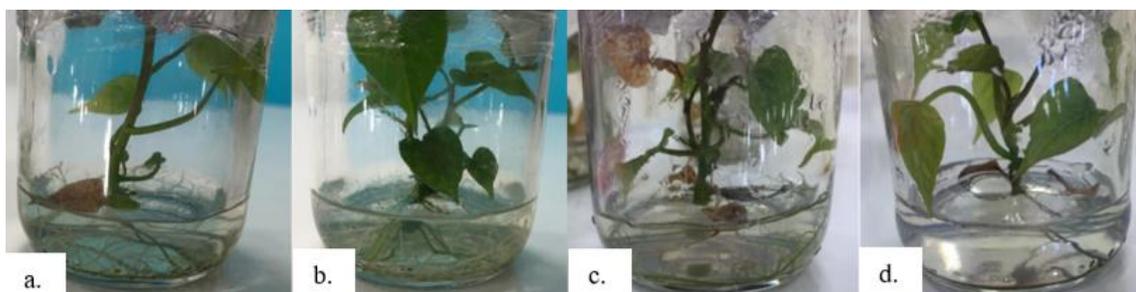


Figura 4. Vitroplántulas de camote en medio: a. Testigo 35 g/L sacarosa, b. Ancymidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa a los 30 días; c. Testigo 35 g/L sacarosa, d. Ancymidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa a los 60 días.



Figura 5. Altura de vitroplántula de camote a los 60 días en medio: a. Testigo 70g/L sacarosa, b. Testigo 35 g/L sacarosa, c. Sorbitol 35 g/L, d. Ancymidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa.

**Efecto de inhibidores de giberelinas y la reducción de nutrientes en el cultivo *in vitro* de segmentos nodales de camote.**

Los tratamientos Paclobutrazol y Chlormequat presentaron mejores resultados teniendo una menor cantidad de nudos en comparación con todos los tratamientos al día 30 y con el testigo absoluto al día 60 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la reducción de nutrientes e inhibidores de giberelinas en el número de nudos en camote cultivado *in vitro*.

Tratamiento	Número de nudos			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Testigo Absoluto MS	1.92 a <sup>¥</sup>	6.20 a <sup>¥</sup>	11.27 a <sup>¥</sup>	15.97 a <sup>¥</sup>
Testigo ½ MS	1.93 a	5.88 a	9.59 b	12.57 bc
Paclobutrazol 0.004 mg/L ½ MS	1.10 b	3.80 b	7.93 b	11.98 c
Chlormequat 0.49 mg/L ½ MS	1.30 b	4.30 b	8.05 b	11.73 c
Daminozide 236 mg/L ½ MS	1.96 a	5.29 a	9.35 b	14.56 ab
<b>CV</b>	5.39	7.96	10.64	10.21
<b>R<sup>2</sup></b>	0.08	0.14	0.10	0.35
<b>Probabilidad</b>	0.0005	<.0001	0.0004	<.0001

<sup>¥</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

Paclobutrazol es por lo general utilizado en la producción de plántulas a niveles de invernadero al igual que chlormequat y daminozide. Ecke *et al.* (1990) reportan que en la producción de pascuas con aplicaciones foliares de paclobutrazol se logra reducir la altura. Skalova *et al.* (2012) realizaron un experimento en yacón (*Smallanthus sonchifolius*) donde concluyeron que utilizar ½ MS produce plántulas vigorosas, lo recomendaron para conservar por mayor cantidad de tiempo los tejidos sin necesidad de refrescamiento del medio.

Daminozide en el medio puede incrementar la cantidad de brotes en multiplicación (Kepenek y Karoglu 2011), esto podría explicar que no tenga diferencia significativa con el Testigo Absoluto en cuanto al número de nudos (Cuadro 5). Kofidis *et al.* (2008) trabajando con *Coriandrum sativum* L. reportan que en medio con daminozide hubo efectiva reducción en la elongación de tallos por lo tanto en altura de la planta, sin embargo, en este estudio no hubo una diferencia significativa (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de la reducción de nutrientes e inhibidores de giberelinas en la altura de camote cultivado *in vitro*.

Tratamiento	Altura de la plántula (cm)
	60 días
Testigo Absoluto MS	7.14 ns
Testigo ½ MS	5.26
Paclobutrazol 0.004 mg/L ½ MS	3.98
Chlormequat 0.49 mg/L ½ MS	4.68
Daminozide 236 mg/L ½ MS	1.95
<b>CV</b>	9.13
<b>R<sup>2</sup></b>	0.30
<b>Probabilidad</b>	0.2073

ns = no significativa (p >0.05).



Figura 6. Altura de vitroplántula de camote a los 30 días en medio: a. Testigo Absoluto MS, b. Testigo ½ MS, c. Paclobutrazol 0.004 mg/L ½ MS, d. Chlormequat 0.49 mg/L ½ MS, e. Daminozide 234.6 mg/L ½ MS

Las vitroplántulas de camote conservadas en medio MS adicionados con paclobutrazol y chlormequat al ser reactivadas presentaron mayor cantidad de nudos (Cuadro 7). Esto concuerda con lo que reporta Gomez *et al.* (1999) en papa donde retardaron crecimiento con paclobutrazol y luego reactivaron al igual que nosotros obteniendo crecimiento con mayor vigor y brotación en sus nudos, el número de brotes/plántula disminuyó conforme aumentó la concentración de paclobutrazol.

Cuadro 7. Efecto de la reducción de nutrientes e inhibidores de giberelinas en el número de nudos en camote reactivado *in vitro* en medio MS.

Tratamiento	Número de nudos
	21 días
Testigo Absoluto MS	10.67 bc <sup>‡</sup>
Testigo ½ MS	10.60 bc
Paclobutrazol 0.004 mg/L ½ MS	12.87 ab
Chlormequat 0.49 mg/L ½ MS	9.67 c
Daminozide 236 mg/L ½ MS	15.00 a
<b>CV</b>	8.64
<b>R<sup>2</sup></b>	0.39
<b>Probabilidad</b>	0.0023

<sup>‡</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

### Experimentos con papa.

#### Efecto del sorbitol, ancymidol y la reducción de sacarosa en el cultivo *in vitro* de segmentos nodales de papa.

En los primeros 15 días de crecimiento no hubo diferencia entre los tratamientos en cuanto al número de nudos. Los días 30, 45 y 60 el tratamiento con ancymidol fue el que presentó mayor número de nudos (Cuadro 8). El ancymidol no ha sido usado por su reducción en nudos sino porque inhibe la actividad de giberelinas. Leopold (1971) mencionó que el ancymidol tiene un efecto enanizante sobre maíz y Shive y Sisler (1976) reportaron que el ancymidol reduce actividad de giberelinas y reduce la elongación del frijol y a su vez causa hinchazón. Ancymidol se ha usado para reducir vitrificación y promover formación de racimos o grupos (Maki 2005; Thakur 2006), esto concuerda con lo observado en este experimento donde las vitroplántulas presentan crecimiento compacto y formación de grupos de hojas (Figura 7).

Por lo antes mencionado se puede inferir que se reduciría la altura de la planta, sin embargo, en éste experimento no se mostró una diferencia significativa en la altura al día 60 (Cuadro 9).

Cuadro 8. Efecto de la reducción de sacarosa y suplementación de sorbitol y ancymidol en el número de nudos en papa cultivada *in vitro*.

Tratamiento	Número de nudos			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Testigo 20g/L Sacarosa	4.96 ns	8.65 b <sup>‡</sup>	11.05 b <sup>‡</sup>	22.42 b <sup>‡</sup>
Testigo 10 g/L Sacarosa	4.40	5.88 b	9.00 b	13.84 c
Sorbitol 10g/L	4.50	8.13 b	10.68 b	18.05 bc
Ancymidol 10mg/L+10 g/L Sacarosa	6.25	13.30 a	19.71 a	30.13 a
<b>CV</b>	11.19	14.87	16.04	18.23
<b>R<sup>2</sup></b>	0.05	0.20	0.26	0.25
<b>Probabilidad</b>	0.2418	0.0002	0.0001	0.0002

<sup>‡</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).  
ns = no significativa ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 9. Efecto de la reducción de sacarosa y suplementación de sorbitol y ancymidol en la altura de papa cultivada *in vitro*.

Tratamiento	Altura de la plántula (cm)	
	30 días	60 días
Testigo 20g/L Sacarosa	8.33 a <sup>‡</sup>	12.02 ns
Testigo 10 g/L Sacarosa	8.61 a	5.66
Sorbitol 10g/L	3.18 b	6.10
Ancymidol 10mg/L+10 g/L Sacarosa	6.20 ab	6.85
<b>CV</b>	8.13	14.51
<b>R<sup>2</sup></b>	0.48	0.25
<b>Probabilidad</b>	0.0232	0.2431

<sup>‡</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).  
ns = no significativa ( $p > 0.05$ ).

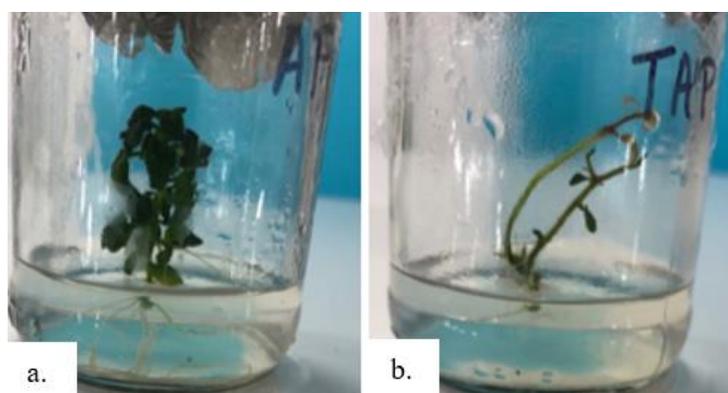


Figura 7. Vitroplántulas de papa: a. Formación de grupos de hojas en medio Ancymidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa; b. Testigo 20 g/L sacarosa.

Los tratamientos Testigo  $\frac{1}{2}$  Sacarosa y Sorbitol presentaron menor cantidad de nudos, (Cuadro 8.). El testigo que contenía una menor cantidad de sacarosa produjo menor cantidad de nudos. Lo anterior concuerda con lo reportado por Gopal *et al.* (2002) quienes muestran en sus resultados que a menor cantidad de sacarosa menor crecimiento de biomasa. El sorbitol asociado al ajuste osmótico causa una reducción en altura en cultivos como la caña de azúcar (Bello-Bello *et al.* 2014), y ajo (Hassan *et al.* 2007). Sin embargo, en papa en este experimento no se presentó diferencia significativa (Figura 8.).

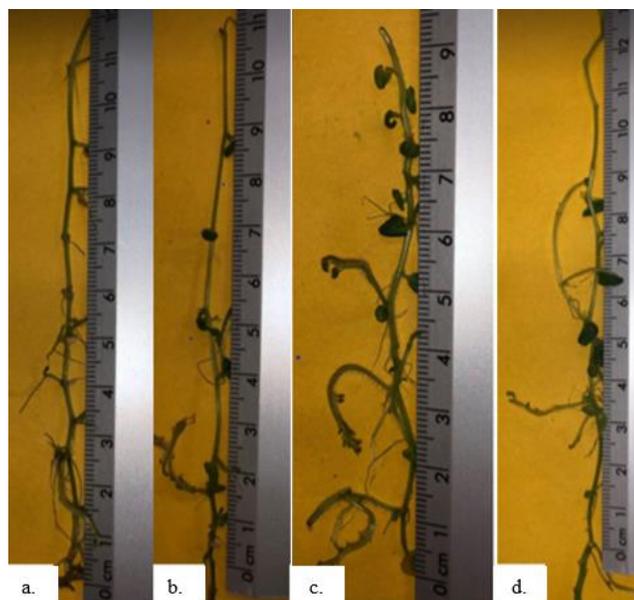


Figura 8. Altura de plántula de papa a los 30 días en medio: a. Testigo 20 g/L sacarosa, b. Testigo 10 g/L sacarosa, c. Sorbitol 10 g/L, d. Ancyamidol 10 mg/L + 35 g/L sacarosa.

### **Efecto de inhibidores de giberelinas y la reducción de nutrientes en el cultivo *in vitro* de segmentos nodales de papa.**

En el número de nudos y altura de la planta los tratamientos con una mayor reducción fueron  $\frac{1}{2}$  MS + Paclobutrazol y Paclobutrazol (Cuadro 10 y Cuadro 11). Skalova *et al.* (2012) realizaron un experimento en yacón (*Smallanthus sonchifolius*) similar donde concluyeron que utilizar  $\frac{1}{2}$  MS produce plántulas vigorosas, ellos lo recomendaron para conservar por mayor cantidad de tiempo los tejidos sin necesidad de refrescamiento del medio. Paclobutrazol ha sido usado para reducir la altura de las plantas en invernadero, en nuestro experimento redujo altura y número de nudos. Gómez *et al.* (1999) realizaron un experimento similar al nuestro en papa usando concentraciones entre 0.5 y 2 g/L de paclobutrazol donde encontraron menor crecimiento, entrenudos cortos y color verde intenso, no afectó sobrevivencia, pero si redujo altura (Figura 9).

Cuadro 10. Efecto de la reducción de nutrientes y paclobutrazol en el número de nudos en papa cultivada *in vitro*.

Tratamiento	Número de nudos			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Testigo Absoluto MS	5.71 a <sup>¥</sup>	12.20 a <sup>¥</sup>	21.37 a <sup>¥</sup>	26.64 a <sup>¥</sup>
Testigo ½ MS	5.21 a	10.92 a	24.28 a	28.00 a
Paclobutrazol 0.004 mg/L MS	2.89 b	4.26 b	8.74 b	11.97 b
Paclobutrazol 0.004 mg/L ½ MS	3.33 b	5.07 b	9.32 b	9.98 b
<b>CV</b>	11.00	17.05	24.45	27.32
<b>R<sup>2</sup></b>	0.13	0.23	0.22	0.44
<b>Probabilidad</b>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

<sup>¥</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

Cuadro 11. Efecto de la reducción de nutrientes y paclobutrazol en la altura de papa cultivada *in vitro*.

Tratamiento	Altura de plántula (cm)
	60 días
Testigo Absoluto MS	11.50 a <sup>¥</sup>
Testigo ½ MS	10.32 a
Paclobutrazol 0.004 mg/L MS	1.26 b
Paclobutrazol 0.004 mg/L ½ MS	1.42 b
<b>CV</b>	9.05
<b>R<sup>2</sup></b>	0.83
<b>Probabilidad</b>	0.0005

<sup>¥</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

ns = no significativa ( $p > 0.05$ ).



Figura 9. Altura de plántula de papa a los 30 días en medio: a. Testigo Absoluto MS, b. Testigo  $\frac{1}{2}$  MS, c. Paclobutrazol 0.004 mg/L MS, d. Paclobutrazol 0.004 mg/L  $\frac{1}{2}$  MS.

En papa cultivada *in vitro* en el medio  $\frac{1}{2}$  MS Paclobutrazol se observó aparición de raíces adventicias profusa e hiperhidratación y crecimiento en roseta (Figura 10) en un 11% de las plantas. Blanco (2006) observó este mismo efecto que promueve paclobutrazol, la formación de raíces adventicias que se explica por la inhibición del efecto normal sobre el enraizamiento de las giberelinas endógenas, sustituido por la actividad que promueve raíces de las antigiberelinas retardantes.



Figura 10. Vitroplántula de papa extraída de medio  $\frac{1}{2}$  MS + 0.004 mg/L paclobutrazol hiperhidratada y con presencia de raíces.

Las vitroplántulas de papa conservadas en medio MS con sus elementos a la mitad al ser reactivadas presentaron no presentaron diferencia significativa (Cuadro 12). Esto contradice lo que reporta Gomez *et al.* (1999) en papa donde retardaron crecimiento con paclobutrazol y luego reactivaron al igual que en este estudio obteniendo crecimiento con mayor vigor y brotación en sus nudos, el número de brotes/plántula disminuyó conforme aumentó la concentración de paclobutrazol.

Cuadro 12. Efecto de la reducción de nutrientes y paclobutrazol en el número de nudos en papa reactivada *in vitro* en medio MS.

Tratamiento	Número de nudos
	21 días
Testigo Absoluto MS	24.40 ns
Testigo ½ MS	20.90
Paclobutrazol 0.004 mg/L MS	15.00
Paclobutrazol 0.004 mg/L ½ MS	22.53
<b>CV</b>	16.09
<b>R<sup>2</sup></b>	0.37
<b>Probabilidad</b>	0.1301

ns: no significativa (p >0.05).

#### **4. CONCLUSIONES**

- El sorbitol causó latencia y produjo un mayor porcentaje de mortalidad en vitroplántulas de camote.
- Paclobutrazol y chlormequat redujeron el número de nudos en vitroplántulas de camote.
- El tratamiento con menor cantidad de sacarosa redujo la cantidad de nudos en vitroplántulas de papa.
- Paclobutrazol reduce el número de nudos y la altura de vitroplántulas de papa, retardando su crecimiento.

## 5. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación del efecto del sorbitol en una dosis menor y utilizando el medio MS con sus elementos completos.
- Evaluar el efecto de la utilización del medio MS con los elementos al 50% o diferentes porcentajes en la multiplicación *in vitro* en camote.
- Elaborar estudios con paclobutrazol como retardante en distintas dosis y cultivos.
- Evaluar distintos porcentajes de sacarosa en el cultivo *in vitro* de papa.

## 6. LITERATURA CITADA

- Bello-Bello J, Poot-Poot W, Iglesias-Andreu L, Caamal-Velázquez H, Diaz-Sanchez M. 2014. Comparison of effect of osmoregulators and growth inhibitors on in vitro conservation of sugarcane. [consultado el 30 de ago. de 2019]. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952014000400008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952014000400008)
- Blanco A. 2006. Validación y Desarrollo de Protocolos de Multiplicación in vitro de *Alstroemeria* sp. y *Lapageria rosea*. Tesis Lic. Agr. Santiago. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 60 p.
- Currey C, Lopez R. 2019. Applying plant growth retardants for height control. Purdue Extension. [consultado el 28 de may. de 2019] <https://www.purdue.edu/hla/sites/cea/applying-plant-growth-retardants-for-height-control/>
- da Silva TL, Scherwinski-Pereira JE. 2011. In vitro conservation of *Piper aduncum* and *Piper hispidinervum* under slow-growth conditions. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(4): 383-389.
- Díaz Narváez LC, Carmona Wilches OE, Beltrán Herrera JD. 2015. Optimización de la conservación *in vitro* de germoplasma de *Dioscorea spp.* por crecimiento mínimo. *Revista Colombiana de Biotecnología*.
- Ecke P, Matkin A, Hartley D. 1990. The poinsettia manual. Third edition. Encinitas, California, USA. 276p.
- Gerlach U, Hiby W. 1974. Sorbitol Dehydrogenase. *Methods of Enzymatic Analysis*, 569-573.
- Gómez L, Páez O, Artavia S, Saborio F. 1999. Efecto del paclobutrazol sobre el crecimiento *in vitro* de papa (*Solanum tuberosum*). [consultado el 31 de ago. de 2019]. [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-II\\_212.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-II_212.pdf)
- Gopal J, Chamail A, Sarkar D. 2002. Slow-growth in vitro conservation of potato germplasm at normal propagation temperature. Tesis de licenciatura. Division of Crop Improvement, Central Potato Research Institute, Shimla-171 001, Himachal Pradesh, India .
- Hadlow AP, Allan P. 1989. Effect of paclobutrazol on vegetative growth in citrus nursery trees, *South African Journal of Plant and Soil*, 6:1, 50-52. DOI:10.1080/02571862.1989.10634479.

- Hassan NA, El-Halwagi AA, Gaber A, El-Awady M, Khalaf A. 2007. Slow-growth *in vitro* conservation of garlic cultivars growth in Egypt: Chemical characterization and evaluation molecular. *Global J. Mol. Sci.* 2: 67-75.
- Jarret JL. 1991. Cultivo de Tejidos de Camote. Homestead, Florida, E.U: Tropical Research and Education Center, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida 17 p.
- Kepenek K, Karoglu Z. 2011. The effects of paclobutrazol and daminozide on *in vitro* micropropagation of some apple (*Malus domestica*) cultivars and M9-rootstock [consultado el 31 de ago. de 2019]. file:///D:/OneDrive%20%20Zamorano/Downloads/94162-241690-1-PB.pdf
- Kofidis G, Giannakoula AF, Ilias I. 2008. Growth, anatomy and chlorophyll fluorescence of coriander plants (*Coriandrum sativum* L.) treated with prohexadione-calcium and daminozide. *Acta biologica cracoviensia series botanica* 50(2): 55-62.
- Leopold AC. 1971. Antagonism of some gibberellin actions by a substituted pyrimidine. *Plant Physiol.* 48: 537-540.
- Lewis KA, Tzilivakis J, Warner D, Green A. 2016. An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050-1064. [consultado el 8 de jul. de 2019]. <http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242>.
- Maki SL, Delgado M, Adelberg W. 2005. Time course study of Ancymidol for micropropagation of hosta in a liquid culture system. *Hort Science* 40(3):764-766
- Padilla D, Raudales Y, Ramirez B, Jeffs W. 2019. Crecimiento de la exportación de camote en Honduras durante el periodo 2014-2018. Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables.
- Rademacher W. 2000. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 51: 501-531.
- Ramos Pacheco BD. 2008. Evaluación de Uniconazole, Daminozide, Paclobutrazol y Ancimidol para la inducción floral en hortensia (*Hydrangea macrophylla*). Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 3p; [consultado el 8 de jul. de 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5449/1/CPA-2008-T056.pdf>
- Sarkar D, Chakrabarti SK, Naik PS. 2000. Slow-growth conservation of potato microplants: efficacy of ancymidol for long-term storage *in vitro*. Division of Crop Improvement, Central Potato Research Institute, Shimla-171 001, Himachal Pradesh, India.
- Schilde-Rentscheler L, Roca W. 1987. Tissue culture for the international exchange of potato and cassava germplasm. En: Bajaj, YPS. (ed.). *Biotechnology in agriculture and forestry*. Springer-Verlag, Berlín. v. 3, p. 453-465.
- Shive J, Sisler H. 1976. Effects of Ancymidol (a growth retardant) and Triarimol (a fungicide) on the growth, Sterols, and Gibberellins of *Phaseolus vulgaris* (L.).

- [consultado el 30 de ago. de 2019].  
<http://www.plantphysiol.org/content/plantphysiol/57/4/640.full.pdf>
- Skalova I, Viehmannova I, Vitamvas J. 2012. *In vitro* conservation of *Smallanthus sonchifolius* under slow-growth conditions. *Agr. Trop. Subtrop.* 45: 147-150.
- Tacoronte M, Vielma M, Olivo A, Chacín N. 2004. Efectos de nitratos y sacarosa en la propagación in vitro de tres variedades de papa nativa. [consultado el 8 agos de 2019].file:///D:/OneDrive%20%20Zamorano/Downloads/DialnetEfectosDeNitrato sYSacarosaEnLaPropagacionInVitroDe-6328743%20(1).pdf
- Tanimoto E. 1991. Gibberellin Requirement for the Normal Growth of Roots. In: Takahashi N., Phinney B.O., MacMillan J. (eds) *Gibberellins*. Springer, New York, NY.
- Thakur R, Sood A, Nagar PK, Pandey S, Sobti RC, Ahuja PS. 2006. Regulation of growth of liliium plantlets in liquid medium by application of paclobutrazol or ancymidol, for its amenability in a bioreactor system: growth parameters. *Plant Cell Rep* 25:382-391.
- Westcott RJ. 1981. Tissue culture storage of potato germplasm, 1: minimal growth storage. Birmingham University (UK) Department of Biology, Birmingham, United Kingdom.
- Withers LA, Williams JT. 1985. *In vitro* conservation. IBPGR Research Highlights. Roma, Italia.