

## EFFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO, LA BENCILAMINOPURINA Y SALES EN LA ONTOGENIA DE *Pinus montezumae* LAMB

Marcos Jiménez Casas<sup>1</sup>, Jesús Jasso Mata<sup>1</sup>,  
Ma. Cristina López Peralta<sup>2</sup>, J. Jesús Vargas Hernández<sup>1</sup>

### RESUMEN

*Pinus montezumae* Lamb. es una de las especies de pino de mayor importancia económica en México; sin embargo, no se utiliza en repoblaciones artificiales por el lento o nulo crecimiento en la altura de la plántula, al alcanzar el estadio cespitoso. Con el propósito de acelerar el paso del estado cespitoso fueron probadas cuatro soluciones de ácido giberélico, (bencilaminopurina), sales orgánicas (thiourea) e inorgánicas (nitrato de potasio y sulfato de zinc) en plántulas de *Pinus montezumae* de dos, cuatro y ocho meses de edad. Las concentraciones de los reguladores del crecimiento y de las sales utilizadas resultaron parcialmente tóxicas, al follaje de las plántulas, lo cual posteriormente afectó su supervivencia. Sin embargo, los reguladores incrementaron el diámetro del hipocotilo y estimularon las yemas fasciculares en las plantas de dos, cuatro y ocho meses. El desarrollo de la yema principal solamente se favoreció en las plantas de ocho meses, aunque no se observó efecto alguno en el alargamiento de la misma.

**Palabras clave:** *Pinus montezumae*, estado cespitoso, reguladores de crecimiento, epicotilo.

### ABSTRACT

*Pinus montezumae* Lamb. is one of the most important Mexican pine species for economic purposes; however, it is not usually used in commercial plantations because of the nule or slow height growth of seedlings when they reach the grass stage. In order to stimulate this condition, four solutions of giberellic acid (bencilaminopurina), organic salts (thiourea) and inorganic salts (potassium nitrate and zinc sulfate) were tested upon *Pinus montezumae* seedlings of two, four and eight months old. All concentrations of growth regulators and salts were toxic, causing foliage damage which, as a consequence, had an effect upon seedling survival. However, growth regulators affected hypocotil diameter increment and bud stimulation in two, four and eight months seedlings. Apical bud formation was only stimulated in seedlings of eight months, although no elongations effect was noticed.

**Key words:** *Pinus montezumae* Lamb., grass stage, growth regulators, epicotyl.

### INTRODUCCIÓN

*Pinus montezumae* Lamb. presenta una amplia aunque discontinua distribución en México, desde Chiapas hasta Nuevo León, Coahuila y Durango (Jasso, 1990). La calidad de sus productos para la industria de la madera lo catalogan como una de las especies del género *Pinus* de mayor importancia económica Villaseñor *et.al.* (en Jasso, 1990). Sin embargo, no ha sido utilizado en repoblaciones artificiales debido al lento crecimiento en ontogenia temprana; inmediato a la germinación, las plántulas suspenden su crecimiento en altura e inician un letargo aparente, aunque el sistema radical y el follaje tengan un rápido crecimiento; esta condición es conocida como estadio cespitoso, el cual se asemeja

a un zacate amacollado más que a un pino (Zimmermann y Brown, 1980). Se ha observado que las plantas pueden permanecer en dicho estadio por más de cinco años (Jasso, 1990), lo cual es un riesgo para la supervivencia, debido a que las especies pioneras compiten con la especie y acentúan aún más, el estadio cespitoso (Becerra, 1990) lo que expone a la planta a ser más susceptible a enfermedades, plagas, depredación y pastoreo (Musalem, 1984). Para considerar a *P. montezumae* en programas de repoblación natural y artificial, es necesario estudiar los factores que determinan el estado cespitoso así como los factores que aceleren el tránsito de dicho estado a un estadio superior.

El propósito del ensayo fue determinar los

<sup>1</sup> Especialidad Forestal, IRENAT, Colegio de Postgraduados correo-e m8036671@colpos.colpos.mx

<sup>2</sup> Especialidad Genética, IREGEP, CP.

efectos de los reguladores del crecimiento en combinación con sales orgánicas e inorgánicas durante la ontogenia temprana de *P. montezumae*, con la intención de llegar a precisar cómo estimular el crecimiento en longitud del epicotilo, o bien romper el estadio cespitoso durante la ontogenia temprana de la especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicaron soluciones de giberelina AG<sub>3</sub> (Sigma), bencilaminopurina BA (Sigma) y sales orgánicas: thiourea (Merck) e inorgánicas: nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) y sulfato de zinc (ZnSO<sub>4</sub>) (Merck) a plantas de dos, cuatro, y ocho meses de edad de *Pinus montezumae* para un total de cuatro tratamientos bajo un diseño factorial 2 X 2 (Cuadro 1). El testigo (A) sólo utilizó agua destilada; a todas las soluciones se les agregó tween y dimetil sulfóxido (DMSO) al 0.1% como agentes surfactantes. Cada solución (tratamiento) se colocó en un vaso de precipitado de mil ml sumergiendo el follaje de las plantas de ocho meses, y en un vaso de 25 ml para el de dos y cuatro meses. De esta forma la totalidad del follaje de cada planta estuvo en contacto con la solución durante un lapso de 15 segundos. El procedimiento se llevó a cabo entre las 7:00 y 9:00 horas en tres fechas, con intervalos entre tratamientos de quince días. Se establecieron ensayos independientes para cada edad de planta con un diseño completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental contó con 15 plantas, en total

de 45 plantas por tratamiento. El material se desarrolló en condiciones de vivero, a una temperatura media de 21°C, con fluctuación de seis a 26°C.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Supervivencia

La aplicación de los reguladores de crecimiento (AG<sub>3</sub> + BA) y sales orgánicas e inorgánicas (thiourea, KNO<sub>3</sub>, ZnSO<sub>4</sub>) en las dosis utilizadas en forma aislada o combinada (tratamientos B, C y D) tuvo efectos tóxicos para todo el material experimental, independientemente de la edad, ya que cinco días después de la segunda aplicación, las plantas sometidas a los tratamientos mostraron daños en las porciones distales de las acículas en forma de manchas cloróticas. Este daño se presentó principalmente en las hojas primarias y las secundarias más jóvenes. Sin embargo, después de la última aplicación, el daño avanzó hasta cubrir más de la mitad de las acículas; la mayor cantidad de follaje perdido ocurrió en las plantas donde se aplicaron las sales y los reguladores en forma combinada. Esto afectó la supervivencia de las plantas significativamente en los dos factores evaluados (sales y reguladores) y en su interacción (Cuadro 2).

A pesar de que la aplicación de las sales y los reguladores de crecimiento por separado (tratamientos B y C) causaron daño al follaje, éste no fue tan evidente como el que ocurrió al combinar los dos

Cuadro 1. Tratamientos de giberelina (AG<sub>3</sub>), bencilaminopurina (BA), thiourea (NH<sub>2</sub>C<sub>2</sub>SNH<sub>2</sub>), nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) y sulfato de zinc (ZnSO<sub>4</sub>) aplicados a plántulas de *Pinus montezumae* de dos, cuatro, y ocho meses en estadio cespitoso

Tratamiento	Reguladores (F1)		Sales orgánicas e inorgánicas (F2)		
	AG3 (1.44X10 <sup>-3</sup> M)	BA (8.87X10 <sup>-3</sup> M)	Thiourea (13.1X10 <sup>-3</sup> M)	KNO3 (14.8X10 <sup>-3</sup> M)	ZnSO4 (17.3X10 <sup>-3</sup> M)
F1 F2					
A (0, 0)	-	-	-	-	-
B (1, 0)	+	+	-	-	-
C (0, 1)	-	-	+	+	+
D (1, 1)	+	+	+	+	+

(+) Adición del compuesto, (-) Sin adición del compuesto, (F1) Factor 1, (F2) Factor 2.

## Efecto del ácido giberélico, la bencilaminopurina y sales en *Pinus montezumae* Lamb

componentes químicos, observándose una supervivencia de plantas similar a la del tratamiento testigo (Cuadro 3). En cambio, en el tratamiento combinado (sales y reguladores) los porcentajes promedio de supervivencia fueron los más bajos para las tres edades probadas, lo que se reflejó en los promedios entre tratamientos en la combinación reguladores - sales, en plantas de dos meses, con 48.8 y 49.9 %, en las cuatro meses con 72.0 y 69.33 % y en las de ocho meses con 71.1 y 70.0 %, valores que contrastan con los demás tratamientos donde los promedios fueron de alrededor del 90 %. De acuerdo con estas respuestas las plantas más afectadas fueron las de dos meses registrando los menores porcentajes de supervivencia (Cuadro 3). Es probable

que a temprana edad, el poco desarrollo de las plantas no les permitió contar con reservas suficientes para recuperarse, como sucedió con algunas de las plantas de cuatro y ocho meses de edad (Wahleberg, 1946). Little (1984), efectuó algunos ensayos para estimular la brotación de yemas laterales y encontró respuestas de toxicidad similares en el follaje de *Abies balsamea* L, semejantes cuando se les aplicó bencilaminopurina en dosis de 600 mg L<sup>-1</sup>; Kossuth (1978 y 1981) y Hare (1984) también reportaron efectos semejantes en plantas de *Pinus sylvestris* L. y *P. palustris* Mill, en tratamientos donde estuvo presente algún tipo de citocinina en altas concentraciones. De acuerdo con estos resultados, se puede inferir que la

Cuadro 2. Análisis de varianza del efecto de reguladores del crecimiento y sales orgánicas e inorgánicas sobre el porcentaje de supervivencia de las plantas de *Pinus montezumae* de dos, cuatro, y ocho meses de edad

Fuente de variación	Cuadrados medios		
	Edad (meses)		
	2	4	8
Reguladores del crecimiento (R)	0.936**	0.289**	0.311**
Sales orgánicas e inorgánicas (S)	0.139**	0.934**	0.166**
Interacción (RXS)	0.815**	0.446**	0.503**
Error	0.11	0.13	0.12
C.V.	11.15	10.55	9.04

\*\*Significativo con  $\alpha \leq 0.05$ .

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de reguladores del crecimiento y de sales orgánicas e inorgánicas sobre la supervivencia de plantas de *Pinus montezumae* de dos, cuatro y ocho meses de edad

Edad (meses)	Sales	Reguladores del crecimiento		Valor promedio
		Ausencia	Presencia	
2	Ausencia	97.7	84.4	91.0
	Presencia	82.2	15.5	48.8
	Valor promedio	89.9	49.9	
4	Ausencia	97.3	89.3	93.3
	Presencia	94.6	49.3	72.0
	Valor promedio	96.0	69.3	
8	Ausencia	97.7	93.3	95.5
	Presencia	95.5	46.7	71.1
	Valor promedio	96.6	70.0	

toxicidad observada en el follaje de las plantas de *P. montezumae* fue causada por las altas concentraciones de citocinina y de las sales orgánicas e inorgánicas empleadas; ya que al parecer, la toxicidad aumentó al combinar los dos tipos de sustancias, las que afectaron de manera negativa la supervivencia de *P. montezumae*.

**Diámetro de hipocotilo**

Al aplicar el análisis de varianza se obtuvieron efectos significativos ( $p < 0.05$ ) para los factores evaluados (reguladores y sales) en el incremento en diámetro del hipocotilo de las plantas de *Pinus montezumae* de dos, cuatro y ocho meses de edad (Cuadro 4). Los reguladores influyeron positivamente en el incremento en diámetro del hipocotilo de las plantas de *P. montezumae* mientras que las sales y la interacción entre reguladores y sales inhibieron el incremento en diámetro. Los mayores incrementos en el diámetro del hipocotilo en las tres edades, especialmente en los primeros 20 días de evaluación, se observaron únicamente en las plantas

donde se aplicaron los reguladores del crecimiento ( $GA_3 + BA$ ) (Fig. 1).

Las plantas de cuatro y ocho meses en esta fecha mostraron incrementos mayores en 28 y 38%, respectivamente, con relación al incremento de los testigos. Sin embargo, en las plantas de dos meses la respuesta fue menor, con un incremento de 9%, posiblemente debido a que en esta edad las plantas no son muy sensibles a los efectos de las sustancias químicas y además son más vulnerables a los daños, lo que afectó su crecimiento y desarrollo. El incremento del hipocotilo en las evaluaciones a los 40 y 60 días disminuyó, a casi la mitad del incremento inicial, de forma que los incrementos en los testigos fueron semejantes a los de las plantas tratadas (Fig. 1).

La disminución en los incrementos aparentemente se debió al efecto tóxico que generó el tratamiento en las plantas en las últimas fechas. Como se mencionó anteriormente, cerca del 50% del follaje murió, reflejándose en una reducción en el crecimiento en diámetro. Es posible que bajo estas circunstancias la planta destine sus reservas a la recuperación inmediata del follaje y entonces disminuya

Cuadro 4. Análisis de varianza para los diámetros de plantas de *Pinus montezumae* Lamb. de dos, cuatro y ocho meses de edad en los tratamientos con reguladores y sales orgánicas e inorgánicas

CUADRADOS MEDIOS					
Edad	Factor de variación			Error	C. V.
	Reguladores del crecimiento (R)	Sales (S)	Interacción (R*S)		
Dos meses:					
20 días	0.02**	0.05**	0.002**	0.003	6.69
40 días	0.13**	0.10**	0.015**	0.009	7.53
60 días	0.16**	0.05**	0.22**	0.005	5.34
Cuatro meses:					
20 días	0.19**	0.03**	0.007NS	0.013	7.21
40 días	0.21**	0.08**	0.03**	0.021	8.61
60 días	0.39**	0.05**	0.06**	0.018	7.75
Ocho meses:					
20 días	5.23**	0.18**	1.16NS	0.08	5.29
40 días	10.29**	0.19**	0.01**	0.24	7.21
60 días	9.14**	0.14**	0.50**	0.33	7.57

\*\*Significativo con  $\alpha < 0.05$ , N.S.: No significativo.

Efecto del ácido giberélico, la bencilaminopurina y sales en *Pinus montezumae* Lamb

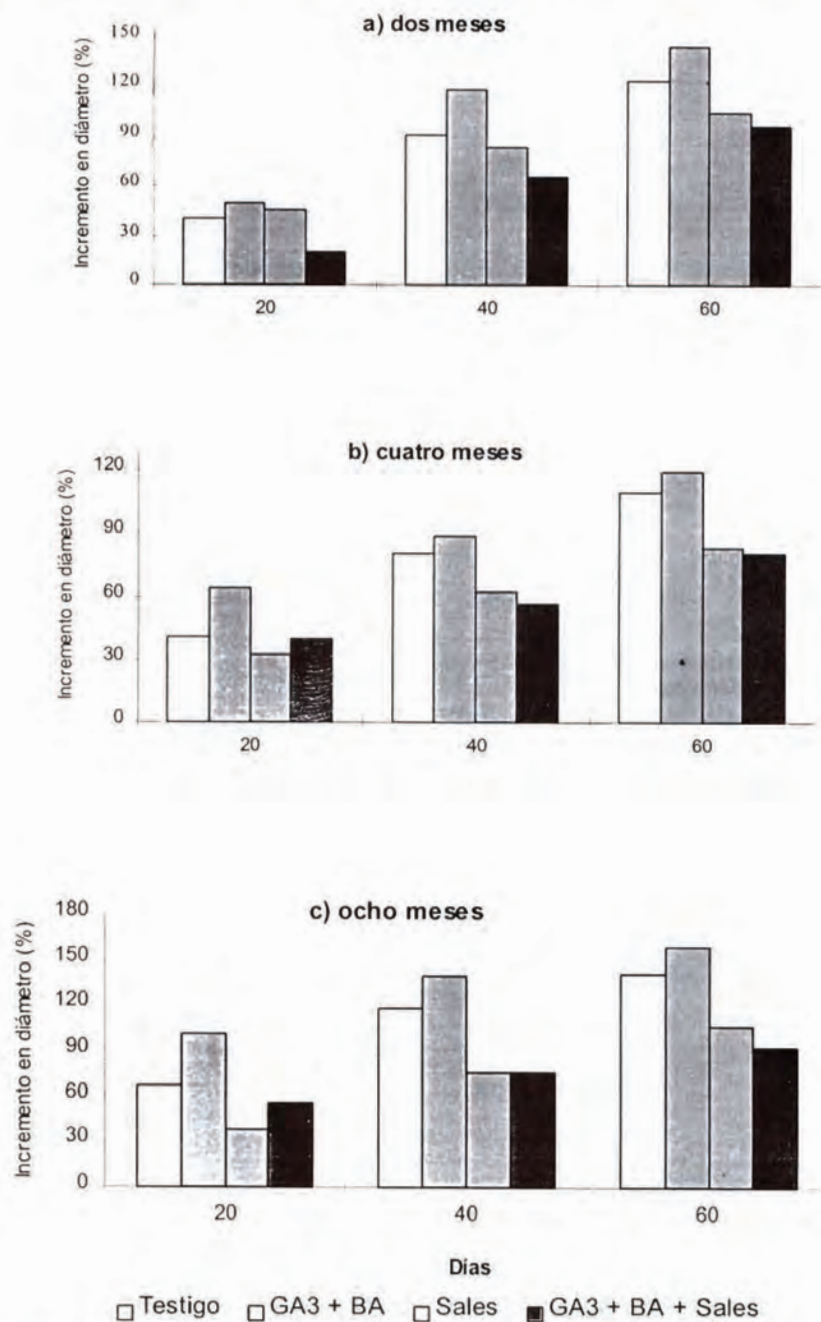


Figura 1. Porcentaje de incremento en diámetro del hipocotilo de plantas de *Pinus montezumae* de dos, cuatro, y ocho meses de edad, sometidas a los tratamientos A (Testigo), B (GA<sub>3</sub>+BA), C (sales) y D (GA<sub>3</sub>+BA+sales).

momentáneamente el crecimiento de otras estructuras vegetales aunque se considera que el incremento en diámetro obedece al crecimiento cambial inducido por la giberelina, como se ha demostrado en otras especies forestales (Little y Pharis, 1995; Moritz, 1995). Hace más de 20 años se sabe que el ácido giberélico promueve

la producción de xilema en especies leñosas, como en *Pinus sylvestris* (Hejnowicz y Tomaszewski, 1969) y de otras coníferas (Odani, 1975; Denne y Wilson, 1977) cuando fueron tratadas con AG<sub>3</sub>. Estos resultados fueron confirmados posteriormente por Wang *et al.* (1995b), quienes encontraron que las giberelinas

AG<sub>3</sub> y AG<sub>4/7</sub> aplicadas exógenamente en plantas de *Pinus sylvestris*, estimulan la producción del xilema y del floema.

### Inducción de yemas fasciculares

La aplicación de reguladores de crecimiento tuvo un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la inducción de las yemas fasciculares de las plantas probadas; además con el factor reguladores y la interacción reguladores con sales (tratamientos B y D), se estimuló la producción de yemas fasciculares en las plantas de *Pinus montezumae* de dos, cuatro, y ocho meses de edad, mientras que la aplicación de sales no tuvo un efecto significativo. El porcentaje de plantas con brotes y el número de brotes por planta fueron mayores en el tratamiento con reguladores de crecimiento sin la adición de sales para las tres edades de plantas evaluadas, pero especialmente en las plantas de ocho meses, las que presentaron el mayor porcentaje de plantas con brotes y el mayor número de brotes por planta con 93.3 y 18.6%, respectivamente. Es posible que el mayor daño a las plantas por la aplicación conjunta de reguladores (GA<sub>3</sub> + BA) y sales (thiourea, KNO<sub>3</sub> y ZnSO<sub>4</sub>), influyó de manera importante en la estimulación de las yemas fasciculares, reflejó de los bajos valores de ese tratamiento con respecto al aplicado solamente con reguladores. En cambio, en los tratamientos sin reguladores de crecimiento (tratamientos A y C) no se observó la emisión de yemas fasciculares en las plantas tratadas (Cuadro 5).

Resalta que la respuesta por la aplicación de AG<sub>3</sub> y citocinina fue muy rápida, ya que

a los ocho días de la primera aplicación en las plantas se hinchó la base de las acículas, con aparición de una coloración rosada, que posteriormente tomó una tonalidad roja, cinco días después de la segunda aplicación las yemas fasciculares comenzaron a notarse. Kossuth (1978) observó una respuesta similar en *Pinus sylvestris*, en cuanto a la coloración y al hinchamiento mostrado en la base de las acículas cuando aplicó BA a plantas de cuatro años de edad establecidas durante un ensayo para inducir la producción de vástagos laterales. Varias investigaciones con especies ornamentales y frutales han demostrado que las citocininas actúan directamente en la estimulación de las yemas laterales (Poll, 1968; Milbocker, 1972; Broome y Zimmerman, 1976; Wrigth, 1976). En la presente investigación la bencilaminopurina indujo el desarrollo de las yemas fasciculares, al promover la actividad meristemática en las yemas localizadas en la base de las acículas. En otras especies de coníferas se ha observado que las citocininas tienen un efecto directo en la inducción de yemas laterales, como lo señalan los trabajos con *Pinus ponderosa*, *P. sylvestris*, *P. taeda* y *P. pseudostrobus* (Cohen y Shanks, 1975; Cohen, 1978; Blake y South, 1991).

### Inducción de yema apical

Los tratamientos químicos aplicados en las plantas afectaron la inducción de la yema apical, ya que con el factor reguladores y su interacción con sales orgánicas e inorgánicas (tratamientos B y D), también se favoreció la formación de dicha yema

Cuadro 5. Porcentaje de plantas con yemas brotadas y número de yemas brotadas por planta de *Pinus montezumae* Lamb. de dos, cuatro y ocho meses de edad, sometidas a los tratamientos A, B, C y D

Tratamiento	Plantas con brotes (%)			No. plantas con brotes		
	Edad (meses)			Edad (meses)		
	2	4	8	2	4	8
(F1, F2)						
A (0, 0)	0	0	0	0	0	0
B (1, 0)	86.8**	78.6**	93.3**	8.09**	7.1**	18.6**
C (0, 1)	0	0	0	0	0	0
D (1, 1)	100**	50.6**	42.2**	10.8**	7.3**	11.3**

\*\*Significativo con  $\alpha \leq 0.05$ . F1: Factor 1 (Reguladores del crecimiento AG<sub>3</sub> + BA), F2: Factor 2 (Sales orgánicas e inorgánicas).

principal en las plantas de *Pinus montezumae* de ocho meses, pero no en las plantas más jóvenes (dos y cuatro meses). Los porcentajes más altos de plantas con yema apical se encuentran en los tratamientos con 82.22 y 40%, respectivamente, con un promedio de 61.1% (Cuadro 6). Cabe recordar que las plantas que se les aplicaron los reguladores de crecimiento en forma conjunta con las sales, mostraron un mayor grado de toxicidad y una menor supervivencia, lo que posiblemente influyó en la inducción de la yema apical. Sin embargo, aún en ese tratamiento, la inducción fue notable en comparación con los tratamientos donde no se aplicó reguladores de crecimiento; en este caso el promedio fue del 5.55% de plantas con yema apical (Cuadro 6).

Estudios con otras especies demuestran que uno de los pasos iniciales para la liberación del letargo es la aparición de las citocininas en los tejidos meristemáticos. Por ejemplo, en *Malus hupenhensis* (Pamp.) Rehd se logró romper el letargo con el uso de citocininas (Broome y Zimmerman, 1976). Por otro lado, en estudios hechos con *Pinus radiata* D. Don, se observó que durante la dormancia invernal de las yemas meristemáticas, existen altas concentraciones de glucósidos de zeatina, determinadas como precursores de ésta, pero cuando las yemas inician la actividad y comienzan su desarrollo, la concentración de los glucósidos disminuye y aumenta la concentración de la zeatina, así como de residuos de glucósidos, evento que señala la activación de las moléculas de zeatina (Taylor *et al.*, 1984). Al parecer, estos precursores (glucósidos de zeatina) se encuentran como moléculas de almacenamiento y requieren de otros factores para que la zeatina se active.

En contraste con las plantas de ocho meses de edad, en las de dos y cuatro no se indujo yema terminal en ningún tratamiento. Es posible que el tejido de la yema no presente la sensibilidad y el vigor necesarios para responder al estímulo causado por los reguladores (Bachelard y Wightman, 1974); también se infiere que el poco desarrollo y crecimiento de las plantas de dos y cuatro meses de edad les impide tener suficientes reservas de carbohidratos, principalmente en el cuello de la raíz (Hare, 1984), como para inducir la formación de la yema apical; además, se considera que en estas plantas hubo una mayor mortalidad por efectos tóxicos de los reguladores del crecimiento que pudieron afectar la formación de dicha yema.

### CONCLUSIONES

Los reguladores del crecimiento estimularon el desarrollo de las yemas laterales en plantas de dos, cuatro y ocho meses, y la formación de la yema apical en plantas de ocho meses; se presume que la bencilaminopurina fue el regulador responsable. Probablemente, la giberelina indujo el crecimiento en longitud del hipocotilo de las plantas de las tres edades. Aunque no se descarta la posibilidad de que dichos efectos se deban a la acción sinérgica de la bencilaminopurina y de la giberelina, pese a que no existen evidencias en la literatura. La toxicidad observada en el follaje de las plantas de *Pinus montezumae* de dos, cuatro y ocho meses fue a causa de las altas concentraciones utilizadas en los reguladores del crecimiento. De acuerdo con los resultados se recomienda en próximos ensayos disminuir las

Cuadro 6. Porcentaje de plantas de *Pinus montezumae* de ocho meses de edad con yema principal, tratadas con reguladores de crecimiento y sales

Sales	PLANTAS CON YEMA PRINCIPAL (%)		
	Reguladores del crecimiento		Valor promedio
	Ausencia	Presencia	
Ausencia	8.8	82.2	45.5 a
Presencia	2.2	40.0	21.1 b
Valor promedio	5.55 b	61.1a	

concentraciones de reguladores y sales para evitar los daños observados en las plantas. Por otro lado, aplicar los tratamientos al iniciar el invierno para estimular la formación y establecer las yemas apicales y así prepararlas para su probable alargamiento facilitado por los reguladores durante la primavera.

## REFERENCIAS

- Bachelard, E. P. and F. Wightman. 1974. Biochemical and physiological studies on dormancy release in tree buds. III. Changes in endogenous growth substances and a possible mechanism of dormancy release in overwintering vegetative buds of *Populus balsamifera*. Can. J. Bot. 51: 2315 - 2326.
- Becerra L., F. 1990. Problems of montezumae pine seedling establishment in central Mexico: The need for renewing the pine forest. Tri News 8: 5 - 7.
- Blake, J.L. and D.B. South. 1991. Effects of plant growth regulators on loblolly pine seedling development and field performance.. In: Proc, 6th. Biennial S. Silv. Res. Conf. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. SE-70, pp: 100-107.
- Broome, O.C. and R.H. Zimmerman. 1976. Breaking bud dormancy in tea crabapple (*Malus hupenhensis* (Pamp.) Rehd.) with cytokinins. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101:28-30.
- Cohen, M.A. and J. Shanks. 1975. Effect of N6 - BA, GA<sub>3</sub> and removal of terminal buds on dwarf shoot development in *Pinus ponderosa*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:404-406.
- Cohen, M.A. 1978. Shoot apex development and rooting of *Pinus strobus* L. by dwarf shoots. J. Am. Soc. Hort. Sci. 103: 483-484.
- Denne, M. R. and J.E. Wilson. 1977. Some quantitative effects of indoleacetic acid on the wood production and tracheid dimensions of *Picea*. Planta 134: 223-228.
- Hare, R.C. 1984. Stimulation of early height growth in longleaf pine with growth regulators. Can. J. For. Res. 14: 459-462.
- Hejnowicz, A. and M. Tomaszewski. 1969. Growth regulators and wood formation in *Pinus sylvestris*. Physiol. Plant. 22: 984-992.
- Jasso M., J. 1990. Genetic variation of provenances and differently treated stands of *Pinus montezumae* in Mexico. Ph. D. Dissertation. Yale University. New Haven, Connecticut. EEUU, 318 p.
- Kossuth, S.V. 1978. Induction of fascicular bud development in *Pinus sylvestris* L. Hort Science 13: 74-176.
- Kossuth, S.V. 1981. Shorting the grass stage of longleaf pine with plant growth regulators. For. Sci. 27: 400-401.
- Little, C.H.A. 1984. Promoting bud development in balsam fir christmas trees with 6-Benzilaminopurina. Can. J. For. Res. 14: 447 - 451.
- Little, C.H.A. and R.P. Pharis. 1995. Hormonal control of radial and longitudinal growth in the trees stem. In: Plant stems: Physiology and functional morphology. De. B.L. Gartner. Academic Press, San Diego. pp: 281-319.
- Milbocker, D.C. 1972. Axillary shoot stimulation in poinsettia with kinetin. Hort Science 7:483-484.
- Moritz, T. 1995. Biological activity, identification and quantification of gibberellins in seedlings of Norway spruce (*Picea abies*) grown under different photoperiods. Physiol. Plant. 95: 67-72.
- Musalem, M.A. 1984. Effect of environmental factors on regeneration of *Pinus montezumae* Lamb., in a temperate forest of México. Ph. D. Dissertation, Yale University. New Haven, Connecticut. EEUU 244 p.
- Odani, K. 1975. The effects of indolacetic acid and chilling on cambial activity of *Pinus densiflora*. - J. Jpn. For. Soc. 57: 112-116.
- Poll, L. 1968. The effect of cytokinin N6 benzyladenine on bud break of fruit trees. Horticulturae 22:3-12.
- Taylor, J.S., M. Koshioka, R.P. Pharis, and G.B. Sweet. 1984. Changes in cytokinins and gibberellin-like substances in *Pinus radiata* buds during lateral shoot initiation and the characterization of ribosil zeatin and novel ribosil zeatin glicoside. Plant Physiol. 74: 626-631.
- Wahleberg, J. 1946. Long gleaf pine: Its use, ecology, regeneration, protection, growth and management. Charles Lathrop Pack Forestry Foundation. Washington D.C. 429 p.
- Wang, Q., C.H.A. Little, T. Moritz and F.C. Oden 1995b. Effects of prohexadione on cambial and longitudinal growth and levels of endogenous. Journal Plant Growth Regul. 14:175-181.
- Wright, R.D. 1976. 6-benzylaminopurine promotes axillary shoots in *Ilex crenata* Thunb. Hort Science 11:43-44.
- Zimmerman, H.M. and C.L. Brown. 1980. Trees structure and function. Springer-Verlag. N.Y. U.S.A. 366 p.