

ACTIVACION DEL CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE SIETECUEROS (*Tibouchina lepidota*) POR FITOHORMONAS

**HERNAN MAURICIO ROMERO ANGULO¹, JESUS ANTONIO
NORATO RODRIGUEZ² Y MARGARITA MARÍA ROJAS
GUTIERREZ²**

1 Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Apartado Aéreo 31598.

2 Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Apartado Aéreo 46527.

RESUMEN

Algunas especies arbóreas tropicales en su etapa de plántula pasan por un período de crecimiento lento, que parece estar controlado por un mecanismo fisiológico de regulación hormonal. En sietecueros (*Tibouchina lepidota* (Bnpl.) Baill) se ha observado que diferentes fitohormonas, como las poliaminas, auxinas, giberelinas y citoquininas, estarían involucradas en la regulación de este fenómeno.

En plántulas de dos, cuatro y ocho meses de edad de esta especie, la aplicación exógena de AIA, KIN y AG3 logró activar su crecimiento, induciendo la formación de un mayor número de ramas y hojas, así como incrementos en altura y biomasa. La relación de biomasa acumulada en la parte aérea y radical fue diferente entre tratamientos.

Con relación a la edad, la respuesta de las plántulas fue más intensa, en los diferentes parámetros evaluados, a medida que aquellas se acercaban a la época de activación natural del crecimiento. La activación del crecimiento por las fitohormonas no fue simultánea en todos los órganos de las plántulas, sino que dependiendo de su acción fisiológica, se activaron diferentes procesos morfogénicos u organogénicos. Así, las plantas más altas fueron las tratadas con AG3, las cuales también formaron más ramas y hojas. Los tratamientos con AIA produjeron láminas foliares y sistemas radicales más expandidos; y la mayor acumulación de biomasa se logró con los tratamientos con KIN.

ABSTRACT

Many tropical tree species when seedling have a slow growing period that seems to be controlled by a physiological mechanism of hormonal regulation. In "sietecueros" (*Tibouchina lepidota* (Bnpl.) Baill), different plant hormones like polyamines, auxines, gibberellins and cytokinins are involved in the regulation of this phenomena.

In two, four and eight month old sietecueros seedlings, exogenous applied AIA, KIN, and AG3, released growth, leading to more leaf and branch formation, as well as height and biomass accumulation increments. The relationship between shoot and root biomass was different among treatments.

Concerning with age, the seedling response in the measured parameters was more intensive when seedlings were closer to the natural released time. Phytohormone released growth was not simultaneous in every seedling organ, conversely, depending on the physiological action, different organogenic or morphogenic processes were triggered. Thus, AG3 applied plants were the highest and produced more leaves and branches than any other treatment. AIA applied plants produced the greatest leaf areas and root systems; KIN applications induced the greatest biomass accumulation.

Palabras Claves: Crecimiento lento, *Tibouchina lepidota*, plántula, fitohormonas, bosque alto-andino.

Introducción

Investigaciones anteriores reportan la existencia de una etapa de Crecimiento lento en plántulas de especies arbóreas de bosques alto-andinos y del subpáramo (Mora-Osejo, 1984; Romero et al., 1994; Norato y Romero, 1995; Norato et al., 1996); similar a la fase de supresión de crecimiento (Del Amo y Gómez-Pompa, 1976) o de dormancia meristemática (Richards, 1957) reportadas para otras especies arbóreas de los bosques tropicales; en las cuales se ha comprobado que en las yemas apicales se encuentran poliaminas (PA) en bajas concentraciones, mientras que en árboles en crecimiento activo la concentración de las PA se hace hasta 20 veces mayor, pudiendo ser este el mecanismo de regulación del crecimiento, en esta fase del desarrollo.

Ya que la división celular no está activa, pero se dispara cuando se aplican exógenamente PA, y se obtienen tasas inusitadas de crecimiento, el mecanismo hormonal de control, podría ser equivalente al reportado para la regulación de la germinación y dormancia de estructuras reproductivas como semillas, tubérculos y bulbos (Powell, 1987; Montenegro, 1995); donde el balance hormonal en el órgano determina la capacidad de germinación mediante la activación de la división celular (Villanueva et al., 1978), o la producción y/o activación de enzimas necesarias en la hidrólisis de las reservas nutritivas del endospermo (Hagon y Simmons, 1978).

Por esta razón se planteó este trabajo cuyo objetivo principal era determinar si la regulación del crecimiento lento de las plántulas de especies arbóreas involucra la actividad de otras fitohormonas diferentes a las poliaminas. Específicamente, se pretendía evaluar la acción de la aplicación exógena de soluciones de auxinas, citoquininas y giberelinas en la activación del crecimiento en plántulas de sietecueros en estado de crecimiento lento.

Materiales y Métodos

Plántulas de sietecueros (*Tibouchina lepidota* (Bnpl.) Baill) de dos, cuatro y ocho meses de edad, en estado de crecimiento lento, fueron asperjadas con soluciones de ácido indol -3- acético -AIA-, 6-furfurilaminopurina -KIN- (0,0 , 50, 100 y 200 p.p.m.) y de ácido giberélico -AG3- (0,0, 100, 500 y 1000 p.p.m.). Cada tratamiento se aplicó tres veces a intervalos de 8 semanas a 5 plántulas que constituían la unidad experimental; bajo un diseño de parcelas subdivididas siendo la edad la parcela principal, la hormona la subparcela y la dosis la sub-subparcela.

Las plántulas se mantuvieron bajo cubierta en el vivero "La Mana" en la "Sabana de Bogotá" a 2600 m.s.n.m. y a una temperatura entre 15°C y 20°C.

El efecto de los tratamientos hormonales sobre el crecimiento de las plántulas se evaluó en la altura, número de hojas y ramas, biomasa total y área foliar después de seis meses de la primera aplicación hormonal. Igualmente se determinó la relación entre la biomasa acumulada en la parte aérea con respecto a la acumulada en la parte radical. La comparación entre tratamientos se hizo mediante Análisis de Varianza (ANOVA) y prueba múltiple para promedios de Duncan.

Resultados y Discusión

La Tabla 1 de la página siguiente muestra que las aplicaciones de diferentes soluciones de AIA, KIN y AG3 activaron el crecimiento de las plántulas de sietecueros, obteniéndose para todas las variables consideradas, valores superiores con relación al testigo. Los incrementos fueron de hasta 6 veces en el área foliar, 5 en la biomasa total y 2 en la altura y el número de ramas. Además, se produjo hasta un 50% más de hojas en las plantas tratadas, en comparación con el testigo.

La respuesta de las plántulas a los tratamientos, dependió no sólo de la hormona, sino de la edad de las plantas. En la Tabla 2 se puede observar que para las diferentes variables, la edad en la que se obtuvieron los mejores resultados fue 8 meses, seguida de 4 y 2 meses. Así, la altura en plántulas de 8 meses fue más de un 50% superior que la de las de 2 meses y casi un 30% mayor que la

<div>TABLA No. 1</div> <div>EFECTO DE AIA, KIN Y AG₃ EN EL CRECIMIENTO</div> <div>DE PLANTULAS DE SIETECUEROS</div>										
HORMONA	DOSIS (p.p.m)	ALTURA (mm/plan) **		No. RAMAS **		No. HOJAS **		AREA. FOL (cm ² /plan.) *	BIOMASA (g/plan.) *	BIOMASA AER./ RAIZ ns
AIA	50	301,31	b	16,04	b	107,78	e	645,41	14,25	3,10
	100	269,62	e	15,74	bc	118,68	d	607,68	11,73	2,76
	200	263,20	e	14,72	c	129,07	c	614,25	12,53	2,82
KIN	50	253,29	e	16,55	ab	120,00	d	464,05	11,12	2,29
	100	232,06	f	14,06	c	83,87	f	478,41	10,96	2,27
	200	299,41	bc	16,26	b	101,35	e	749,21	16,25	2,70
AG ₃	100	281,77	d	16,96	ab	125,25	cd	667,88	13,83	2,85
	500	291,51	cd	15,80	bc	138,46	b	544,66	12,97	2,62
	1000	344,59	a	17,70	a	149,85	a	537,45	14,40	3,11
TESTIGO	0	189,68	g	11,45	d	74,99	e	123,52	3,21	2,03

** Diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$)

Valores con la misma letra no presentan diferencias estadísticas $P \leq 0,05$.

TABLA No. 2 RESPUESTA DE LAS PLANTAS DE SIETECUEROS DE DIFERENTES EDADES A LAS APLICACIONES DE FITOHORMONAS						
EDAD (meses)	ALTURA (mm/plan.) **	No. RAMAS **	No. HOJAS **	AREA. FOL (cm ² /plan.) **	BIOMASA (g/plan.) **	BIOMASA AER./RAIZ ns
2	206,82 c	12,20 b	72,77 c	319,90 b	6,64 b	2,63
4	247,05 b	16,09 a	117,46 b	460,46 a	10,56 ab	2,11
8	322,53 a	16,26 a	134,59 a	639,42 a	14,71 a	2,92

** Diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$)

Valores con la misma letra no presentan diferencias estadísticas $P \leq 0,05$.

de las plantas de 4 meses. Lo mismo ocurrió en el caso de la biomasa total acumulada y el número de hojas. En otras variables como el área foliar, la respuesta fue mucho más contundente, así, las plantas de 8 meses casi duplicaron el área foliar de las de 2 meses y tuvieron cerca de un 50% más de superficie asimilatoria que las plántulas de 4 meses. En cuanto al número de ramas por planta, aún cuando las diferencias no fueron tan amplias, de todas maneras las plántulas que mejor respondieron fueron las de 8 meses, seguidas por la de 4 y por último las de 2.

Las observaciones anteriores permiten pensar que las plántulas fueron más sensibles a los tratamientos hormonales, en la medida en que estaban más cerca de la edad natural de activación del crecimiento, observación que ya se había hecho en las investigaciones realizadas con esta misma especie, pero aplicando poliaminas (Romero, 1993; Romero et al., 1994; Norato y Romero, 1995; Norato

et al., 1996); las cuales activaron simultáneamente el crecimiento en todos los órganos de las plántulas tratadas, mientras que en esta investigación, la interacción hormona-plántula no fue generalizada.

Se tiene que AG3 1000 p.p.m. indujo las mejores respuestas por planta, así: altura, 345 mm; 17,7 ramas; y 150 hojas. Con KIN 200 p.p.m. se formó la mayor área foliar, lo cual determinó una mayor acumulación de biomasa, no sólo por el conocido efecto de esta hormona sobre la división celular, sino también por su acción en la regulación del transporte de fotoasimilados como respuesta a la activación de vertederos (Brenner, 1987).

La tabla 3 corrobora la información anterior, además permite comprobar como los tratamientos con AG3, en todas las plántulas, activaron más intensamente el crecimiento en altura, quizás, debido a la modulación que ejerce en el crecimiento celular (Jacobs, 1984) a nivel de los entrenudos (Juntilla, 1991). Así, en las plántulas de dos, cuatro y ocho meses, se alcanzaron alturas de 226, 272 y 332 mm, respectivamente.

La aplicación de la giberelina también favoreció la activación de yemas laterales y el crecimiento de sus respectivas ramas, sobre las que a su vez, se formó un mayor número de hojas, con 76, 135 y 155 respectivamente.

<p> TABLA No. 3 EFFECTO DE DIFERENTES FITOHORMONAS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE SIETECUEROS DE 2, 4 Y 8 MESES </p>												
EDAD (meses)	HOR MONA	ALTURA (mm) **		No. HOJAS **		BIOMASA (g/plan.) **		No. RA- MAS **	AREA FOL. (cm ² /plan.) ns		AER./RAIZ **	
2	AIA	208,83	g	12,36	c	74,19	e	329,08	6,22	b	3,37	a
	KIN	185,92	h	11,79	c	68,05	e	292,07	6,22	b	2,18	b
	AG ₃	225,82	f	12,44	c	76,04	e	338,52	7,46	b	2,45	b
4	AIA	243,74	e	15,86	ab	118,94	c	482,46	10,85	ab	1,93	b
	KIN	225,06	f	15,20	b	98,54	d	415,42	9,55	b	1,74	b
	AG ₃	272,35	d	17,20	a	134,88	b	483,49	11,28	ab	2,37	ab
8	AIA	315,28	c	15,23	b	129,74	b	681,24	14,20	ab	2,63	a
	KIN	319,83	bc	16,73	a	118,55	c	653,89	15,38	a	3,14	a
	AG ₃	332,48	a	16,81	a	155,48	a	583,10	14,55	ab	3,06	a

** Diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Valores con la misma letra no presentan diferencias estadísticas $P \leq 0.05$.

Efectos similares fueron reportados por Gabr et al. (1978), quienes al aplicar AG (25, 100 y 400 p.p.m.) en plántulas de dos meses de *Datura metel* L., registraron notorios incrementos en la altura, número de ramas activadas, número de hojas y acumulación de materia seca en las plantas.

Conclusiones

El período de crecimiento lento de las plántulas de sietecueros podría estar controlado por un mecanismo fisiológico de regulación hormonal que involucra la actividad de varias fitohormonas.

Las aplicaciones exógenas de AIA, KIN y AG3 dispararon el crecimiento de plántulas de sietecueros de dos, cuatro y ocho meses de edad que se encontraban en período de crecimiento lento. Activándose procesos de división y alargamiento celular, y de organogénesis.

La sensibilidad de sietecueros a las aplicación hormonales está relacionada positivamente con la edad; es así como en las plántulas de 8 meses se registraron los mayores incrementos en los parámetros cuantificados.

BIBLIOGRAFIA

- BRENNER, M. L. 1987. "The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling". IN: Davies, P. J. (ed.) PLANT HORMONES AND THEIR ROLE IN PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht.
- DEL AMO, S. R.; A. GOMEZ-POMPA. 1976. "Crecimiento de estados juveniles de plantas en selva tropical alta perennifolia". EN: A. Gómez-Pompa, S. Vásquez, S. del Amo y A. Butanda (ed.). INVESTIGACIONES SOBRE LA REGENERACION DE SELVAS ALTAS EN VERACRUZ, MEXICO. Edit. Continental, México D. F.
- GABR, A.I.; SHEDEED, M. R.; ABOU-ZIED, E. N.; S. E. EL-SHERBENY. 1978. "The effect of gibberellic acid on growth of *Datura metel* L". ACTA AGRON. ACAD. SCI. HUNGARICAE, 27: 377-384.
- HAGON, M. W.; D. M. SIMMONS. 1978. "Seed dormancy of *Emex australis* and *E. Spinosa*". AUST. J. AGRIC. RES., 29: 565-575.
- JACOBS, W.P. 1984. "Function of hormones at tissue level of organization". IN: Scott, T. (ed.). HORMONAL REGULATION OF DEVELOPMENT II. Springer-Verlag. New York.
- JUNTILLA, O. 1991. "Gibberellins and the regulation of shoot elongation in woody plants" IN: Takahashi, N.; Phinney, B. O. and J. MacMillan (ed.). GIBBERELLINS. Springer-Verlag. Berlin.
- MONTENEGRO, L.C. 1995. "Efecto de los reguladores del crecimiento en la germinación de tubérculos y en la producción del cultivo de papa". Universidad Nacional de Colombia (Tesis de Biólogo).
- MORA-OSEJO, L. E. 1984. "La situación de los bosques nativos de Colombia y resultados preliminares de experimentos sobre cultivos de plantas autóctonas ornamentales en el Jardín Botánico José Celestino Mutis". REVISTA ACD. COL. CIEN. EXAC. FIS. MAT. XV: 71-100.
- NORATO, R.J.; H.M. ROMERO. 1995. "Determinación y aplicación de poliaminas en especies vegetales de interés agrícola y forestal". ACTA BIOLOGICA COLOMBIANA, 9: 107-118.
- NORATO, J.; ROMERO, H. M.; M. ROJAS. 1996. "Regulación de la dormancia en plántulas de especies arbóreas de los bosques alto andinos por poliaminas". REVISTA COMALFI, (en prensa).
- POWELL, L. E. 1987. "The hormonal control of bud and seed dormancy in woody plants" IN: Davies, P. J. (ed.) PLANT HORMONES AND THEIR ROLE IN PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT" Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht.
- RICHARDS, P. W. 1957. The tropical rain forest. Cambridge University press. New York.
- ROMERO, H. M.; Norato, R. J.; Velandia, F. 1994. "Determinación y aplicación de putrescina en plántulas de sietecueros". Revista Comalfi, 21(3):7-12.

ROMERO, H.M. 1993. "Contribución al conocimiento del mecanismo que regula el lento crecimiento en plántulas de sietecueros (*Tibouchina lepidota*) (Bnpl) Baill". Universidad Nacional de Colombia (Trabajo de Grado).

VILLANUEVA V. R.; ADLAKHA, R.C.; A. M. CANTERA-SOLER. 1978. "Changes in polyamine concentration during seed germination". PHYTOCHEMISTRY, 17: 1245.