

Dose of benzyl amino purine in the vegetative propagation of two banana varieties (*Musa* AAB Simmonds)

Dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa de dos variedades de plátano (*Musa* AAB Simmonds)

Autores:

Fuertes Alcívar, Alex
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Estudiante
La Maná – Ecuador



alex.fuertes9453@utc.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0007-8819-4389>

Álvarez Cedeño, José
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Estudiante
La Maná – Ecuador



jose.alvarez6129@utc.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0004-9641-4212>

López Bózquez, Jonathan
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Docente
La Maná – Ecuador



jonathan.lopez9292@utc.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-6146-9748>

Pincay Ronquillo, Wellington
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Docente
La Maná – Ecuador



wellington.pincay4586@utc.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-3366-6477>

Fechas de recepción: 16-DIC-2024 aceptación: 16-ENE-2025 publicación: 15-MAR-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La investigación se desarrolló en el Centro Experimental “Sacha Wiwa”, en la parroquia Guasaganda, cantón La Maná, en la provincia de Cotopaxi, el objetivo principal fue evaluar el efecto de diferentes dosis de bencil amino purina, en la propagación vegetativa de dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds). Empleando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 5. Los resultados mostraron que la dosis de 12ml de BAP para la variedad Barraganete permitió alcanzar los mejores resultados, para la altura de planta (96.02cm), diámetro (6.14 cm), longitud de raíz (34.50 cm), Biomasa aérea (7.10), Biomasa aérea (33.00), Número de raíces (45.00), tasa de multiplicación (13.90), días a la brotación (11.80) y número de yemas (5). Mientras que para la variedad Hartón, las variables agronómicas estudiadas evidenciaron que la altura de planta con la aplicación de 12ml de BPA (95.30cm), Número de raíces (35.00), diámetro (5.18 cm), Biomasa aérea (4.40), Biomasa aérea (37,00), tasa de multiplicación (10,50), días a la brotación (11,80) y número de yemas (3). Y para longitud de raíz con 16ml de (31.00 cm).

Palabras clave: BPA; plátano; biomasa; cámara térmica



Abstract

The research was developed at the "Sacha Wiwa" Experimental Center, in the Guasaganda parish, La Maná canton, in the province of Cotopaxi, the main objective was to evaluate the effect of different doses of benzyl aminopurine, in the vegetative propagation of two varieties of banana (Musa AAB Simmonds). Using a completely randomized design with a 2 x 5 factorial arrangement. The results showed that the 12ml dose of BAP for the Barraganete variety allowed to achieve the best results, for plant height (96.02cm), diameter (6.14 cm), root length (34.50 cm), aerial biomass (7.10), aerial biomass (33.00), number of roots (45.00), multiplication rate (13.90), days to sprouting (11.80) and number of buds (5). While for the Hartón variety, the agronomic variables studied showed that the plant height with the application of 12ml of BPA (95.30cm), Number of roots (35.00), diameter (5.18 cm), Aerial biomass (4.40), Aerial biomass (37.00), multiplication rate (10.50), days to sprouting (11.80) and number of buds (3). And for root length with 16ml of (31.00 cm).

Keywords: BPA; banana; biomass; thermal camera



Introducción

El plátano ocupa el cuarto lugar a nivel mundial, siendo Ecuador el segundo exportador con el 17%, convirtiéndolo en uno de los proveedores de plátano en el mundo (Moreira, 2018). La producción de plátano se centra en las provincias de Manabí con 52.612 ha, Santo Domingo con 14.249 ha y Los Ríos con 13.376 ha respectivamente, dentro de las variedades más exportadas podemos encontrar al Barraganete, con una exportación promedio de 90.000 TM (INIAP, 2020). Los métodos tradicionales por regeneración natural han sido los más utilizados por los pequeños y medianos productores, esta técnica consiste en la extracción de cormos o hijos de espada de plantaciones en producción, que en su mayoría no tienen ningún criterio técnico para garantizar la extracción de material elite. Esto trae como consecuencia la propagación de diversos tipos de problemas fitosanitarios, como nematodos, picudo negro, cochinillas, virosis y moko, debido a que esta es una fuente de diseminación de estos organismos de diferentes plantaciones sin ningún tipo de selección fitosanitaria, lo que hace que estas plantas sean más susceptibles a las plagas y enfermedades, reduciendo considerablemente la productividad del cultivo, por lo tanto, mediante un buen método de propagación se lograría potenciar la producción del cultivo (Espinoza et al. 2022).

Dentro de las sustancias que favorecen un desarrollo del material propagativo, se encuentra la Bencil amino purina (BAP), según Dharaneeswara et al. (2014), es un análogo sintético de las hormonas conocidas como citocininas, donde la amino purina tiene una derivación de la adenina, siendo este reactivo el más utilizado en la propagación in vitro de musáceas, la BAP ayuda a la estimulación y activación de las yemas en cultivos como el plátano, además, brinda la función de romper la dominancia apical, estimulando la división celular, lo que ayuda a la formación de diferentes brotes y cuellos. Demostrando ser efectivo en la tasa de multiplicación de cormos, por la gran concentración de citocininas lo que favorece al balance hormonal y una mayor estimulación de los meristemos axilares (Lopez & Cedeño, 2021). Así, Belalcázar (2016), menciona que el plátano es considerado uno de los cultivos de gran importancia socio-económica y seguridad alimentaria para el país, siendo una de las musáceas más utilizadas para la alimentación humana, el sistema de producción de este cultivo se caracteriza por ser un cultivo asociado en un 88%.



Material y métodos

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental “Sacha Wiwa”, en la parroquia Guasaganda, cantón La Maná empleando una cámara térmica y dos variedades de plátano, cuyas características se muestran a continuación:

Material

Tabla 1. Condiciones de la cámara térmica

PARÁMETROS	PROMEDIOS
Altitud	503.00 (m.sn.m),
Sensibilidad térmica	0,06 - 0,08 (°C)
Modos de imagen	Espectro infrarrojo/ imagen mejorada
CCD	Alta resolución / software de análisis

Fuente: (Rivera & Luna , 2017)

Tabla 2. Material vegetal utilizado en la investigación

CULTIVO: PLÁTANO		
Variedad	Hartón	Barraganete
N° de frutos	45-55	44
Ciclo	14 a 18 meses	11 a 14 meses
N° de manos	8	8
Diámetro del fruto	4,49 mm	6 cm
Longitud del fruto	23,72 cm	30 cm
Peso del racimo	11,22 kg	16 kg

Diseño experimental y variables evaluadas

Se utilizó un diseño de completamente al azar, con diez tratamientos: T1: Testigo Hartón (sin aplicación), T2: Testigo Barraganete (sin aplicación), T3: Bencil amino purina 4 ml + Hartón, T4: Bencil amino purina 4 ml + Barraganete, T5: Bencil amino purina 8 ml + Hartón, T6: Bencil amino purina 8 ml + Barraganete, T7: Bencil amino purina 12 ml + Hartón, T8:



Bencil amino purina 12 ml + Barraganete, T9: Bencil amino purina 16 ml + Hartón, T10: Bencil amino purina 16 ml + Barraganete. Con un total de cien unidades experimentales. Las variables bajo estudio fueron: altura de planta (cm), diámetro del pseudotallo (mm), longitud de raíces (cm), biomasa aérea (g), biomasa radical (g), número de raíces (unidad), contenido de clorofila, tasa de multiplicación, días a la brotación y número de yemas (unidad).

Resultados

Descripción de la muestra

Se tomaron cinco plantas de cada unidad experimental para su evaluación, y, los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza ANOVA, con una prueba de comparación múltiple de Tukey al 0,05% utilizando el programa estadístico InfoStat 2018.

Análisis de los Resultados

A continuación, se presentan los resultados de cada variable evaluada en el ensayo

Clorofila

Tabla 3. Contenido de Clorofila en la dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamientos	Clorofila	
	35 días	50 días
T1 Testigo Hartón	49,48 a b	47,04 a
T2 Testigo Barraganete	50,22 a b	54,94 a
T3 Bencil amino purina 4 ml + Hartón	43,06 b	45,30 a
T4 Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	51,76 a b	53,44 a
T5 Bencil amino purina 8 ml + Hartón	51,14 a b	49,76 a
T6 Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	49,62 a b	52,36 a
T7 Bencil amino purina 12 ml + Hartón	55,52 a	51,84 a
T8 Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	52,24 a b	51,94 a
T9 Bencil amino purina 16 ml + Hartón	41,90 b	52,04 a



T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	52,76 a b	51,84 a
CV:		10,60	9,82

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Al analizar los resultados de la variable del promedio de clorofila encontrado a los 35 días en los diferentes tratamientos, se observa que el mayor contenido se encontró en los tratamientos 7 (Bencil amino purina 12 ml + Hartón) y 10 (Bencil amino purina 16 ml + Barraganete), mismos que no difieren estadísticamente entre sí y entre los T8, T6, T5, T4, reportando un promedio de 50. Por otra parte, los tratamientos con menor contenido de clorofila corresponden al T3 (Bencil amino purina 4 ml + Hartón) y T9 (Bencil amino purina 16 ml + Hartón), con un promedio de 40. La toma de datos a los 50 días muestra que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos contenientes BAP ni entre los testigos. Oscilando el promedio del contenido de clorofila entre 45 y 53.

Altura de planta

Tabla 4. Altura de planta con dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamiento		Altura de planta (cm)
T1	Testigo Hartón	62,50 a b c
T2	Testigo Barraganete	76,00 a b c
T3	Bencil amino purina 4 ml + Hartón	38,70 c
T4	Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	65,50 b
T5	Bencil amino purina 8 ml + Hartón	65,40 a b c
T6	Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	80,20 a b
T7	Bencil amino purina 12 ml + Hartón	95,30 a b c
T8	Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	96,02 a
T9	Bencil amino purina 16 ml + Hartón	53,30 b c
T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	86,20 a b
CV:		13,32

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Para la variable altura de planta, se observa que las dosis de 12 ml de BAP (T8 y T7), favorecieron a una mayor altura tanto en la variedad Hartón como Barraganete con promedio de 96.02 y 95.30 cm respectivamente. Se nota además que, con dosis de 4 ml, la variedad Barraganete obtuvo una altura que no presenta diferencias estadísticamente significativas, si comparadas con el resto de tratamientos, mientras que esta misma dosis aplicada en Hartón mostró los valores más bajos: 38.70 cm (T3). Este aumento en la longitud de las plántulas dentro de cámaras térmicas puede deberse a que la alta temperatura provocada por el plástico acelera la respiración celular de los cormos, promoviendo una mayor tasa de división y crecimiento celular (Espinoza *et al.*, 2022), y que el valor inferior obtenido en el T3 podría estar relacionado directamente a las condiciones iniciales del tamaño del cormo empleados. Es así, que una investigación realizada por López, *et al.*,(2021) reportó altura de las plántulas en un 34.48% superior a plántulas sin aplicación BAP.

Diámetro

Tabla 5. Diámetro en la dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamiento		Diámetro (cm)
T1	Testigo Hartón	4,62 a b
T2	Testigo Barraganete	4,56 a b
T3	Bencil amino purina 4 ml + Hartón	3,16 b
T4	Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	5,88 a
T5	Bencil amino purina 8 ml + Hartón	4,44 a b
T6	Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	5,20 a b
T7	Bencil amino purina 12 ml + Hartón	5,18 a b
T8	Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	6,14 a
T9	Bencil amino purina 16 ml + Hartón	4,06 a b
T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	5,64 a
CV:		11,23
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>		

Los resultados de diámetro muestran un crecimiento promedio sin diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 8 (Bencil amino purina 12 ml + Barraganete) y 4 (Bencil amino purina 4 ml + Barraganete) con un diámetro de 6.14 y 5.18 respectivamente. Para el caso de variedad Hartón no existieron diferencias estadísticas entre las dosis aplicadas, pero el de mayor diámetro correspondió al T7 (Bencil amino purina 12 ml + Hartón) con 5.15 cm; mientras que el T3 obtuvo el menor diámetro 3.16 cm (Bencil amino purina 4 ml + Hartón). Pese a este último caso, en investigaciones similares realizadas en plantaciones de plátano barraganete, se ha demostrado que el diámetro de tallo de las plántulas adventicias fueron un 25,22 % superior a las plántulas procedentes de tejido calloso (López *et al.*, 2021). Así, según un estudio similar la aplicación de BAP genera un diámetro de 18.82 % superior, a las plántulas procedentes de tejido calloso (López *et al.*, 2021).

Longitud de raíz (cm)

Tabla 6. Longitud de raíz (cm) en la dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamiento		Longitud de raíz (cm)
T1	Testigo Hartón	18,00 b
T2	Testigo Barraganete	16,00 i
T3	Bencil amino purina 4 ml + Hartón	19,50 g
T4	Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	28,00 d
T5	Bencil amino purina 8 ml + Hartón	22,00 h
T6	Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	34,00 b
T7	Bencil amino purina 12 ml + Hartón	25,50 e
T8	Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	34,50 a
T9	Bencil amino purina 16 ml + Hartón	31,00 c
T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	24,00 f
CV:		12,64
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>		

Los valores promedio de longitud radical están relacionados directamente con su altura, demostrando que aquellas con mayor altura obtuvieron una mayor longitud de raíces, como es el caso de las plántulas del T8 (Bencil amino purina 12 ml + Barraganete) con 34.50 cm; mientras que para Hartón el mejor tratamiento fue el T9 (Bencil amino purina 16 ml + Hartón) con 31 cm. Por otra parte, los de menor longitud corresponden a los tratamientos con dosis de 4ml (T3) en Hartón y 16 ml en barraganete (T10). Sin embargo, dichos valores son superiores a los testigos en los cuales no hubo aplicación exógena de la fitohormona.

Biomasa aérea

Tabla 7. Biomasa aérea en la dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamiento		Biomasa aérea
T1	Testigo Hartón	2,00 j
T2	Testigo Barraganete	2,50 h
T3	Bencil amino purina 4 ml + Hartón	4,00 e
T4	Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	6,00 c
T5	Bencil amino purina 8 ml + Hartón	3,50 f
T6	Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	6,60 a
T7	Bencil amino purina 12 ml + Hartón	4,40 d
T8	Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	7,10 b
T9	Bencil amino purina 16 ml + Hartón	2,10 i
T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	3,10 g
CV:		15,92

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis del promedio de la biomasa aérea, muestra que el mejor tratamiento corresponde al T8 (Bencil amino purina 12 ml) para Barraganete; mientras que para Hartón el T7 (Bencil amino purina 12 ml), dichos valores, probablemente, son resultado de la capacidad del aparato fotosintético para aprovechar y transformar los fotosintatos, haciendo un uso eficiente de la Radiación fotosintéticamente activa interceptada, la clorofila acumulada por

la presencia de BAP y la acumulación representada por la tasa de asimilación neta, lo que entonces lleva a una mayor biomasa aérea, que posteriormente favorece un mayor rendimiento (Díaz, *et. al.*, 2013).

Biomasa radical (g)

Tabla 8. Biomasa radical (g) en la dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamiento		Biomasa radical (g)
T1	Testigo Hartón	12,00 h
T2	Testigo Barraganete	3,00 j
T3	Bencil amino purina 4 ml + Hartón	13,00 g
T4	Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	30,00c
T5	Bencil amino purina 8 ml + Hartón	26,00 e
T6	Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	28,00 d
T7	Bencil amino purina 12 ml + Hartón	37,00 a
T8	Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	33,00 b
T9	Bencil amino purina 16 ml + Hartón	6,00 i
T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	16,00 f
CV:		9,68

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La biomasa radical muestra el desarrollo de las raíces de acuerdo con la cantidad de citoquina presente, misma que como ya se mencionó se encuentra principalmente en los ápices y favorece el crecimiento en longitud, así se observa que, tanto para hartón como barraganete, las mejores concentraciones corresponden a 12ml de BAP (T7 y T8). Una de las posibles causas del aumento en estos casos se debe a que la Tasa de Asimilación Neta está fuerte y directamente asociadas con la Tasa de Crecimiento Relativo, según lo menciona Carnelos, *et. al.*, 2022. Por otra parte, diversos artículos realizados en especies hortícolas y ornamentales, indican que los efectos de la restricción de raíces pueden ser, al menos parcialmente, superados mediante el suministro exógeno de citoquinina (Di Benedetto, *et. al.*, 2020). La aplicación de esta hormona, ya sea en etapas previas o tempranas después del

trasplante, a menudo revierte la restricción radical al promover la asimilación de carbono, lo cual finalmente resulta en la recuperación del desarrollo de la planta y la acumulación de biomasa.

Número de raíces

Tabla 9. Número de raíces en la dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamiento		Número de raíces
T1	Testigo Hartón	11,00 g
T2	Testigo Barraganete	6,00 h
T3	Bencil amino purina 4 ml + Hartón	12,00 f
T4	Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	34,00 b
T5	Bencil amino purina 8 ml + Hartón	20,00 d
T6	Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	32,00 c
T7	Bencil amino purina 12 ml + Hartón	35,00 a
T8	Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	45,00 b
T9	Bencil amino purina 16 ml + Hartón	5,00 i
T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	17,00 e
CV:		12,87

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El promedio de número de raíces muestra como mejor al T8 (Bencil amino purina 12 ml + Barraganete) con 45 raíces, Sin embargo, la dosis que generó el mayor número de raíces para la variedad Hartón también fue de 12 ml (T7, 35). Por el contrario, el T9 (Bencil amino purina 16 ml + Hartón) fue aquel que alcanzó el menor número de raíces (5). Estudios muestran que se detectó la mayor producción al agregar 10 mg L⁻¹ de BAP, donde se produjeron un promedio de 14.4 ± 0.9 raíces en brotes de Musa sp. Cv. Cavendish *in vitro* (Castillo *et al.*, 2019).

Tasa de multiplicación

Tabla 10. Tasa de multiplicación en la dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamientos		Tasa de multiplicación
T1	Testigo Hartón	4,10 g
T2	Testigo Barraganete	6,90 e
T3	Bencil amino purina 4 ml + Hartón	5,60 f
T4	Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	10,50 c
T5	Bencil amino purina 8 ml + Hartón	8,30 d
T6	Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	10,40 c
T7	Bencil amino purina 12 ml + Hartón	10,50 c
T8	Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	13,90 a
T9	Bencil amino purina 16 ml + Hartón	6,00 f
T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	12,20 b
CV:		5,33
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>		

Al evaluar la tasa de multiplicación con la diferentes dosis de BAP, se concluye que el mejor tratamiento fue el 8 (Bencil amino purina 12 ml + Barraganete), resultados semejantes se obtuvieron en un ensayo realizado en Calceta, en plantaciones de barraganete, donde Espinoza *et al.*, (2022), demostró que el tratamiento con BAP en cámara térmica alcanzó la mayor producción de plántulas por cormo, con un incremento del 34, 48 y 59 % con relación a los tratamientos sin BAP en cámara térmica. Por otra parte, La menor tasa de multiplicación se obtuvo con la aplicación de Bencil amino purina en dosis de 4 y 16 ml (T3 y T9) en la variedad Hartón, dichos valores podrían estar relacionados con el tamaño del cormo empleado, así, un factor a considerar para incrementar la tasa de multiplicación de musáceas, es el tamaño del rizoma. En este sentido, un tamaño adecuado de cormo para la propagación de plátano cv. Hartón en cámara térmica esta entre 1 a 2 kg (Álvarez *et al.*,2013). Sin

embargo, se puede concluir que, la presencia de la hormona favorece una mayor tasa de multiplicación en las dos variedades en estudio, concordando con lo reportado por Kindimba y Msogoya (2014) quienes lograron mayores tasas de multiplicación in vivo en banano y plátano con el uso de bencilaminopurina (BAP) tanto en condiciones de campo (in situ) como en condiciones de cámaras de crecimiento (ex situ).

Días a la brotación

Tabla 11. Días a la brotación en la dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamientos		Días a la brotación
T1	Testigo Hartón	18,00 a
T2	Testigo Barraganete	18,00 a
T3	Bencil amino purina 4 ml + Hartón	16,50 b
T4	Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	16,50 b
T5	Bencil amino purina 8 ml + Hartón	16,00 c
T6	Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	16,00 c
T7	Bencil amino purina 12 ml + Hartón	13,80 e
T8	Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	11,80 f
T9	Bencil amino purina 16 ml + Hartón	15,00 d
T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	15,90 c
CV:		1,90

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La aplicación de BAP en concentraciones de 12 ml, disminuyó el tiempo de brotación tanto en Hartón como Barraganete a un tiempo promedio que osciló entre los 11 y 13 días, mientras que las concentraciones más bajas (4ml), alargaron el tiempo de brotación a 16 días. Esto se relaciona probablemente y de nuevo, al tamaño del corno empleado, varios autores han concluido que, en varias especies vegetales, los explantes y semillas de mayor tamaño, dependen en menor medida de los nutrientes del medio donde se desarrollan, dado la mayor

cantidad de reservas nutritivas en sus órganos y tejidos, que pueden destinarse al crecimiento de nuevas estructuras (Avellán, *et. al.*, 2023).

Numero de yemas

Tabla 12. Yema en la dosis de bencil amino purina en la propagación vegetativa en dos variedades de plátano (Musa AAB Simmonds)

Tratamientos		Yema		
		30 días	45 días	60 días
T1	Testigo Hartón	1,40 b	1,30 d	1,40 c
T2	Testigo Barraganete	1,60 b	2,80 bcd	2,50 abc
T3	Bencil amino purina 4 ml + Hartón	2,40 a b	1,90 c d	1,30 c
T4	Bencil amino purina 4 ml + Barraganete	3,40 a b	4,60 a b	2,50 abc
T5	Bencil amino purina 8 ml + Hartón	3,10 a b	3,30 bcd	1,90 b c
T6	Bencil amino purina 8 ml + Barraganete	3,80 a b	3,80 abc	2,80 abc
T7	Bencil amino purina 12 ml + Hartón	4,50 a	3,70 abc	2,30 abc
T8	Bencil amino purina 12 ml + Barraganete	4,70 a	5,00 a	4,20 a
T9	Bencil amino purina 16 ml + Hartón	2,50 a b	2,40 bcd	1,10 c
T10	Bencil amino purina 16 ml + Barraganete	4,00 a b	4,50 a b	3,70 a b
CV:		60,91	49,62	56,03

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para la variable número de yemas a los 30, 45 y 60 días, el tratamiento T8 (Bencil amino purina 12 ml + Barraganete), fue el que alcanzó el mayor número promedio de yemas (4,70; 5,00 y 4,20, respectivamente), sin embargo estos no difieren estadísticamente de los resultados obtenidos con la aplicación de Bencil amino purina 12 ml en la variedad Hartón (T7) siendo estos: 4,50; 3,70 y 2,30. Por otra parte, el menor número de yemas se reportó en el T3 (Bencil amino purina 4 ml + Hartón). Resultados de investigaciones similares en los que se evaluaron número de brotes, de plantas *in vitro*, con concentraciones de 0.05ppm 0,25 ppm y 0,50 ppm, mostraron un número promedio de 2.07 yemas brotadas al cabo de 30 días, la diferencia en las dosis está definida por el tipo de cultivo (Alvarez y Muñoz, 2023). Para el

caso de los testigos, estos mostraron valores promedio de 1 yema para la variedad Hartón, y, 2 yemas para Barragente, en los diferentes periodos de evaluación, lo que demuestra, según Alvarez y Muñoz (2023), que la regulación de concentraciones de BAP, es un factor que afecta directamente la inducción a brotes. Por otra parte, al ser las citoquininas, sintetizadas en los ápices de las raíces y transportadas a través de la xilema al brote, promueven la división celular, la expansión foliar y el desarrollo del aparato fotosintético, además de retrasar la senescencia, lo cual resulta en un mayor desarrollo y tamaño de la planta (Carnelos *et. al.*, 2022).

Discusión

La importancia del análisis del contenido de clorofila se basa en que, la aplicación de citoquinina sintética 6-bencilaminopurina (BAP), promueve la tasa de crecimiento relativo relacionada con un aumento de la tasa de asimilación neta y la tasa fotosintética (Carnelos, *et. al.*, 2022), tornándola más eficiente en el uso de la radiación; lo que podría explicar el porqué de su contenido de clorofila a los 50 días, ya que dicha hormona puede mejorar la fijación de carbono mediante el desarrollo y el mantenimiento de cloroplastos funcionales y la síntesis de clorofila. Por otra parte, los valores de altura obtenidos permiten corroborar lo descrito por Shi y sus colaboradores (2019), quienes demostraron que, en varias especies vegetales, los explantes y semillas de mayor tamaño, dependen en menor medida de los nutrientes del medio donde se desarrollan, dado la mayor cantidad de reservas nutritivas en sus órganos y tejidos, que pueden destinarse al crecimiento de nuevas estructuras y elongación celular. Por lo tanto, las diferencias de altura entre las plántulas en cormos tratados con BAP, puede deberse a que este fitorregulador modifica el balance hormonal citocininas/auxina a favor de las citocininas, lo cual contribuye a una mayor activación de meristemas axilares.

Además, resultados de otras investigaciones, indicaron un incremento directamente proporcional de la tasa de multiplicación de plántulas por cormo. La mayor producción de plántulas en cormos grandes, puede deberse a que estos rizomas presentan mayor cantidad de yemas activas y de reservas nutritivas, en relación a cormos de tamaño inferior. Lo anterior puede relacionarse con un estado fisiológico más avanzado, que podrían promover formación



nuevos tejidos y órganos (Espinoza, et. al., 2022). Disminuyendo además el número de días de brotación, tal como se mostró y atribuido a la actividad propia de las citoquininas, al favorecer y promover la división celular, lo cual junto con la temperatura de la cámara térmica aceleran el proceso de brotación (Avellán, et. al., 2023).

Conclusiones

El uso de BAP en las dos variedades Hartón y Barraganete, tuvo una influencia positiva si aplicado en dosis de 12 ml, para las variables de numero de yemas, días a la brotación, número de raíces, tasa de multiplicación, biomasa aérea y radical, altura diámetro y longitud. Atribuible posiblemente a la actividad propia de la hormona aplicada de manera exógena; así como a la temperatura dentro de la cámara térmica, que acelara los procesos fisiológicos de la planta.

Concentraciones de 4ml de BAP, alargaron el tiempo de brotación, lo cual se puede atribuir a la una menor actividad de división celular.

La diferencia de resultados entre Hartón y Barraganete puede relacionarse además al tamaño del corno empleado, así, se ha demostrado que cormos de un aproximadamente un kilo logran mejores resultados de vigorosidad y características morfológicas, que finalmente pueden traducirse en mayor rendimiento.

La temperatura de la cámara térmica también influye en las variables estudiadas ya que acelera los procesos metabólicos al permitir la acumulación de calor en un menor tiempo.

Agradecimiento

A la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná y al proyecto de investigación “Gestión Administrativa, Financiera y Técnica en el sector agrícola del cantón La Maná”.

Referencias bibliográficas

Álvarez, E., Ceballos, G., Gañán, L., Rodríguez, D., González, S., & Pantoja, A. (2013). *Producción de material de ‘siembra’ limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano*. Cali: CIAT. Obtenido de



<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f4f42e80-44c1-460b-8f6d-885411d5b162/content>

- Alvarez, M., & Muñoz, T. (2023). *Optimización del biorregulador 6- Bencilaminopurina en la inducción de brotes de Caesalpinia spinosa a nivel in vitro*. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24515/1/UPS-CT010393.pdf>
- Avellán, L., Alcívar, S., Pazmiño, A., & Cedeño, R. (2023). Citoquininas en el crecimiento de cultivares de plátano Musa AAB en el primer ciclo de producción. *La Técnica*. Obtenido de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/5785/7027>
- Belalcázar, S. (2016). *El cultivo del platano (Musa AAB Simmonds) en el tropico*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/27529_16556.pdf
- Carnelos, D., Lozano, J., Giardina, E., Tognetti, J., & di Benedetto, H. (2022). Reanálisis de la acción de la citoquinina: los cambios anatómicos de la hoja juegan un papel clave en la promoción del crecimiento impulsada por la 6-bencilaminopurina en lechuga cultivada en maceta. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. doi:<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2021.07.015>
- Castillo, L., Maldonado, J., Alonso, Á., & Carranza, C. (2019). Efecto de 6-bencilaminopurina y nitrato de potasio sobre la micropropagación in vitro de *Laelia anceps* subsp. *anceps* (Orchidaceae). *BioTecnia*, 22(1). Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n1/1665-1456-biotecnia-22-01-32.pdf>
- Dharaneeswara, D., Suvarna, D., & Muralidhra, D. (2014). *Efectos de la 6-bencil amino purina (6-BAP) en la multiplicación in vitro de brotes de Grand Naine (MUSA SP.)*. India: International Journal of Advanced Biotechnology and Research.
- Di Benedetto, A., Galmarini, C., & Tognetti, J. (2020). Differential growth response of green and variegated *Ficus benjamina* to exogenous cytokinin and shade. *Ornamental Horticulture* . doi:<https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i2.2089>
- Díaz, E., Loeza, J., Campos, J., Morales, E., Domínguez, A., & Franco, O. (2013). Eficiencia en el uso de la radiación, tasa de asimilación neta e integral térmica en función del fósforo en maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000200003



- Espinoza, J., Bustamante, A., & Cedeño, G. (2022). Efectos del tamaño de cormo y bencilaminopurina sobre la proliferación del plátano en dos ambientes de propagación. *Ciencia y Agricultura*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5600/560070786004/html/>
- INIAP. (2020). *Banano, plátano y otras musáceas*. Obtenido de <https://www.iniap.gob.ec/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Kindimba, G., & Msogoya, T. (2014). Effect of benzylaminopurine on in vivo multiplication of French plantain (*Musa* spp. AAB) cv. 'Itoke sege'. *CoLab*. doi:10.4314/jab.v74i1.1
- Lopez, J., & Cedeño, G. (2021). Efectos de bencilaminopurina y tipo de brotes en la producción y calidad de plántulas de plátano vía macropropagación. *Revista de Investigación de Ciencias Agronómicas y Veterinaria*. Obtenido de <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/135>
- López, J., Cedeño, G., & Cedeño, G. (2021). Efectos de bencilaminopurina y tipo de brotes en la producción y calidad de plántulas de plátano vía macropropagación. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(5). doi:<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.124>
- Moreira, A. (2018). *Enraizamiento in vitro y aclimatación en invernadero de dos cultivares de plátano Musa AAB: Barraganete y Curaré*. Santa Ana: Universidad Técnica de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.utm.edu.ec:3000/server/api/core/bitstreams/ff880510-2130-4a43-b790-70d5b09e4524/content>
- Shi, W., Villar, P., Li, G., & Jiang, X. (2019). *Acorn size is more important than nursery fertilization for outplanting performance of Quercus variabilis container seedlings*. Francia. doi:10.1007/s13595-018-0785-8



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

