

Fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y desarrollo de la inflorescencia en plantas de *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum. ‘Jungle King’ provenientes de cultivo *in vitro* y de sección de rizoma¹

Nitrogen fertilization in the growth and development of inflorescence in *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum. ‘Jungle King’ plants produced by *in vitro* cultivation and by rhizome section.

M. T. González² y N. J. Mogollón³.

Resumen

Se evaluó el efecto de las dosis de fertilizante nitrogenado (NH_4NO_3): 150, 300 y 600 kg de N/ha/año, sobre el crecimiento y desarrollo de la inflorescencia de *Alpinia purpurata*, especie ornamental de origen tropical, ampliamente utilizada como flor de corte. En plantas de 26 meses de edad, provenientes de cultivo *in vitro* y de secciones de rizoma, fueron seleccionados dos brotes o pseudotallos/planta donde la emergencia de la inflorescencia aún no había ocurrido. Se registraron, cada dos días, la longitud y el diámetro de la misma, ambos considerados parámetros de calidad una vez cosechada dicha inflorescencia. En las plantas de cultivo *in vitro*, los máximos valores fueron alcanzados a los 36 días, con 4,25 cm de diámetro y 6,84 cm de longitud; mientras que las propagadas por sección de rizoma a los 42 días, con promedios de 4,75 y 7,64 cm, respectivamente. La dosis de 150 y 300 kg de N/ha/año registraron los mayores valores en las variables evaluadas para las plantas provenientes de sección de rizoma y de cultivo *in vitro*, respectivamente. Considerando aspectos morfológicos, en ambos materiales se logró establecer seis estados en el proceso de desarrollo de la inflorescencia; así como, el tiempo de duración de cada uno: 0 cuando el ápice se torna de color rojo; 1 inicio del engrosamiento de la inflorescencia; 2 inicio de la apertura o separación de la vaina que contiene la inflorescencia; 3 emergencia e inicio del crecimiento en longitud; 4 máxima longitud e inicio de la apertura de

Recibido el 21-6-2000 ● Aceptado el 21-2-2001

1. Proyecto financiado parcialmente por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”.

2. Ingeniero Agrónomo, MSc. egresada del Posgrado de Horticultura. UCLA. mtamara@cantv.net

3. Posgrado de Horticultura. Decanato de Agronomía. UCLA. Apartado 400. Barquisimeto. Lara. Venezuela. norcam@cantv.net

las brácteas desde abajo hacia arriba y 5 punto de cosecha. En los dos materiales de plantación utilizados, la fertilización nitrogenada afectó el crecimiento y el tiempo de desarrollo de la inflorescencia en la especie estudiada.

Palabras clave: 'ginger', ornamental tropical, inflorescencia, propagación, fertilización.

Abstract

The effect of different levels of nitrogen fertilization (NH_4NO_3) (150, 300 and 600 kg of N/ha/year), was evaluated in relation to the growth and development of inflorescence in the *Alpinia purpurata*, an ornamental species of tropical origin widely used as a cut flower. In plants of 26 months of age, which had been cultivated *in vitro* and from rhizome sections, two buds or pseudo-stems/plant were selected where the emergence of inflorescence had not occurred. The length and diameter of the stems were registered every other day, since both are considered to be quality parameters once the inflorescence is harvested. In the plants cultivated *in vitro*, the maximum values reached were 36 days, with a diameter of 4,25 cm and a longitude of 6,84 cm; while those propagated by rhizome section and harvested at 42 days had averages of 4,75 cm and 7,64 cm, respectively. The doses of 150 and 300 kg of N/ha/year registered the highest values in the variables evaluated for the plants coming from rhizome section and from *in vitro* cultivation respectively. With respect to morphological aspects, in both cases it was possible to establish six stages in the development process of inflorescence; as well as, the time duration of each one: 0 when the apex turned red; 1 the beginning of the widening in the inflorescence; 2 the beginning of the opening or separation of the sheath that contains the inflorescence; 3 emergence of and beginning of lengthening; 4 maximum longitude and beginning of the opening of the bracts from the bottom up and 5 harvest time. In both materials utilized, nitrogen fertilization affected growth and growing time to inflorescence in the species studied.

Key words: ginger, tropical ornamental plants, inflorescence, propagation, fertilization.

Introducción

El 'ginger' rojo, *Alpinia purpurata*, es una planta rizomatosa perenne originaria de las Islas Salomon (9), la cual es cultivada como planta ornamental. Se le atribuye un gran valor hortícola por sus usos como flor de corte, planta de follaje y en paisajismo. Su introducción masiva al

mercado de las flores de corte es reciente, donde su potencial ha sido reconocido no solo por la belleza de su inflorescencia, sino también por su larga duración poscosecha (3).

La planta presenta un sistema de ramificación simpodial, de rizomas gruesos y carnosos, los cuales dan

lugar a una densa macolla circular cuando llegan a su fase adulta. Los mismos emiten brotes o pseudotallos de estructura erecta no ramificada, que pueden alcanzar de 1 a 4 m de altura y están conformados por la superposición de bases foliares, cuya lámina es glabra, de forma lanceolada, con una disposición alterna y dística. En la parte terminal de dichos brotes emerge la inflorescencia, considerada comercialmente como la flor, la cual está constituida por una vistosa espiga de brácteas rojo brillante, persistentes, que encierran en la axila una flor blanca tubular inconspicua (1, 5, 12, 14). Entre los principales parámetros de calidad de la flor se consideran la longitud del tallo floral, el diámetro del tallo en el punto de corte de la flor, y el diámetro y longitud de la inflorescencia (8, 12).

La propagación de la planta se realiza en forma asexual, a través de brotes desarrollados en la inflorescencia, por secciones de rizoma

y mediante cultivo *in vitro*. El método empleado es importante, ya que afecta el inicio de la producción de flores, siendo de 1,5 a 3 años en la primera, de 1 año en la segunda, y de 20 a 30 meses en la última (3, 6).

El conocimiento del crecimiento y desarrollo de la planta es imprescindible para la ejecución de prácticas culturales apropiadas relacionadas con la fertilización, considerando que su cultivo se realiza comercialmente a campo abierto y con una distancia de siembra que varía de 1,5 a 3,3 m entre hileras y 1,5 m entre plantas (4, 11, 13). Sin embargo, es poca la información disponible sobre la fertilización nitrogenada en cultivos ornamentales de origen tropical. Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la dosis de fertilizante nitrogenado sobre el crecimiento y desarrollo de la inflorescencia, considerando la forma de propagación de la cual provienen las plantas cultivadas.

Materiales y métodos

El cultivar de *Alpinia purpurata* utilizado fue 'Jungle King', empleando dos fuentes de materiales: uno obtenido mediante cultivo *in vitro*, y el otro, por secciones de rizoma con 5 a 7 brotes o pseudotallos, seleccionados de plantas adultas en producción. En ambos casos, la plantación fue establecida a campo abierto usando un material vegetal de ocho meses de edad, el cual fue distribuido en hileras, a una distancia de 2 m entre las hileras y 1,5 m entre plantas. La localidad donde se realizó dicha plantación, situada a 510 metros

sobre el nivel del mar, presentó las siguientes características edafoclimáticas: suelo de textura francoarenosa; pH 8,0; temperatura promedio en el sitio de 25,8 °C y una humedad relativa de 91,5%. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con siete repeticiones, bajo un arreglo factorial de los tratamientos, donde los factores en estudio fueron: dosis de nitrógeno y edad de la inflorescencia. Cada bloque estuvo conformado de tres parcelas, y cada una, por tres plantas. Las

observaciones se realizaron en la planta central, constituyendo la unidad experimental. Para ello se marcaron dos brotes por planta, cuyas inflorescencias estuviesen en el estado inicial y cada dos días fueron registrados el diámetro y la longitud de la inflorescencia. Estas evaluaciones se realizaron cuando las plantas alcanzaron 26 meses de edad.

El plan de fertilización básica se realizó con la fórmula completa 10-26-26 (N-P₂O₅-K₂O), mediante cuatro aplicaciones al año con dosis de 50 y 70 g/planta en las dos primeras; 180 y 190 g/planta en la tercera; y 220 y 250 g/planta en la última, para las plantas de cultivo *in vitro* y de secciones de rizoma, respectivamente. Estas aplicaciones estuvieron acompañadas de 2 kg de estiércol/planta.

Se empleó el Nitrato de Amonio (32,5% N) como fuente nitrogenada y su aplicación fue fraccionada; al inicio se hizo cada dos meses y posteriormente cada cinco meses, debido a la lenta descomposición del fertilizante. En total se realizaron cuatro aplicaciones al año en las dosis

de 150, 300 y 600 kg de N/ha/año, colocando el fertilizante en un pequeño surco hecho alrededor de la planta, el cual fue tapado con suelo, posteriormente.

Para el análisis de la varianza de los factores dosis de nitrógeno y edad de la inflorescencia, los datos experimentales, transformados mediante $(y+1)^{1/2}$, fueron procesados a través de los programas Cohort2 (7) y SYSTAT (16). La Prueba de Duncan se utilizó para hacer la separación de medias y el análisis de regresión múltiple y pruebas de "t" (17) para determinar la significación de los coeficientes de regresión. De esta forma poder generar ecuaciones de estimación adecuadas para describir las variables de crecimiento de la inflorescencia en función de la dosis y la edad.

Considerando aspectos morfológicos en los dos materiales de plantación, se establecieron seis estados (0 a 5) en el proceso de desarrollo de la inflorescencia, en forma similar a lo descrito por Inoye (12).

Resultados y discusión

Plantas de cultivo *in vitro*.

En el cuadro 1 se observa que el Análisis de la Varianza (ANAVAR) mostró diferencias altamente significativas para los factores dosis de nitrógeno y edad de la inflorescencia en las variables diámetro y longitud de la misma. El valor inicial del diámetro de 1,06 cm fue aumentando a medida que transcurría el tiempo de observación, hasta alcanzar 4,25 cm a los 36 días. El incremento diario se

ubicó en el rango de 0,03 a 0,05 cm durante los primeros 18 días, y posteriormente, varió de 0,08 a 0,15 cm para los días restantes. En cambio, la longitud inicial de la inflorescencia fue de 0,84 cm, aumentando progresivamente hasta alcanzar los 6,84 cm a los 36 días. El incremento diario varió de 0,15 a 0,37 cm, siendo el promedio de 0,26 cm.

El análisis de regresión resultó con diferencias altamente

Cuadro 1. Efecto de la edad sobre el diámetro y la longitud de la inflorescencia durante su desarrollo en plantas de *Alpinia purpurata* 'Jungle King' provenientes de cultivo *in vitro*.

Edad (Días)	Inflorescencia	
	Diámetro (cm) ¹	Longitud (cm) ¹
0	1,06	
2	1,11	
4	1,18	
7	1,31	
10	1,42	
12	1,50	0,84
14	1,59	1,32
18	1,72	2,15
22	2,02	3,59
26	2,38	4,63
30	2,97	5,51
34	3,51	6,11
36	4,25	6,84
Significación Prueba de F ²		
Dosis, D	***	***
Edad, E	***	***
D x E	ns	ns
Significación b _i ²		
b ₀ ***	ns	
b ₁ (D)	***	*
b ₁₁ (D ²)	***	**
b ₂ (E)	ns	***
b ₂₂ (E ²)	***	*

1 Promedios convertidos de $(Y+1)^{1/2}$

2 ns (P > 0,05), * (P < 0,05), ** (P < 0,01), *** (P < 0,001)

significativas para las dos variables, generándose una ecuación estimadora para el diámetro (a) y otra para la longitud de la inflorescencia (b). Esta se ajustó a un modelo cuadrático, coincidiendo con la relación reportada para los cultivares Eileen McDonald y Ginoza (12). Ambas ecuaciones se indican a continuación:

$$(a) (Y+1)^{1/2} = 1,23897 + 0,00184(D)$$

$$- 0,000003(D)^2 - 0,00047(E) + 0,00060(E)^2$$

$$R^2 = 0,663.$$

$$(b) (Y+1)^{1/2} = 0,00249(D) - 0,000004(D)^2 + 0,11340(E) - 0,00112(E)^2.$$

$$R^2 = 0,694.$$

Y= Diámetro o Longitud de la inflorescencia en cm, en función de la dosis de nitrógeno en kg/ha/año (D) y de la edad en días (E) (figuras 1 y 2).

Al derivar la primera ecuación (a)

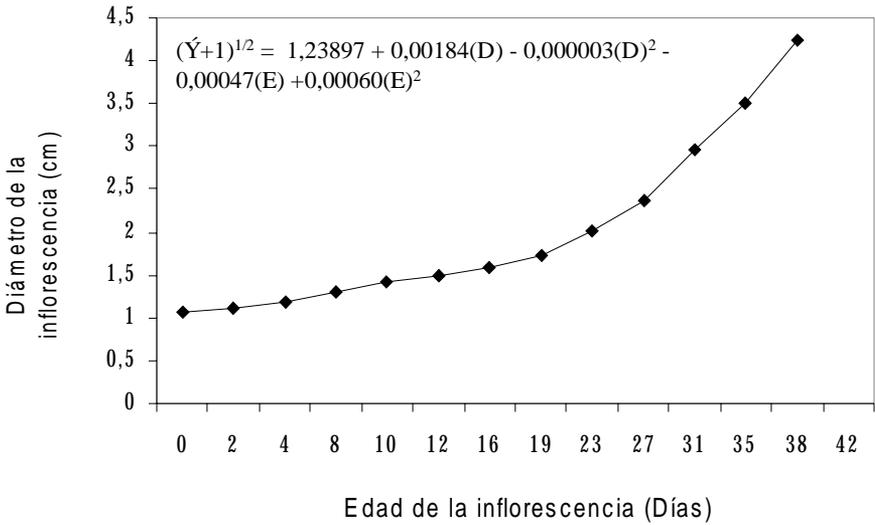


Figura 1. Efecto de la edad sobre el diámetro de la inflorescencia durante su desarrollo en plantas de *Alpinia purpurata* 'Jungle King' provenientes de cultivo *in vitro*.

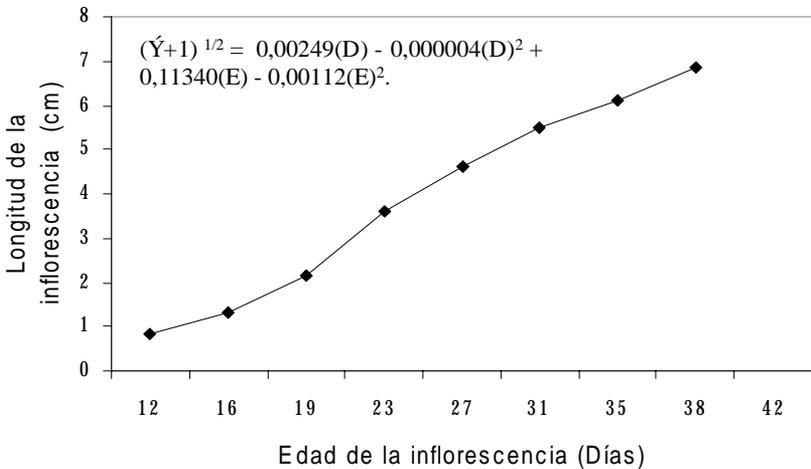


Figura 2. Efecto de la edad sobre la longitud de la inflorescencia en plantas de *Alpinia purpurata* 'Jungle King' provenientes de cultivo *in vitro*.

se obtuvo que la dosis óptima de nitrógeno para que la inflorescencia alcance el mayor diámetro fue de 307 kg de N/ha/año; mientras que al hacerlo con la segunda (b) para que se logre la mayor longitud, fue de 311 kg de N/ha/año.

En las plantas de cultivo *in vitro* los valores máximos del diámetro y longitud de la inflorescencia de 2,33 y 4,47 cm respectivamente, se obtuvieron con la dosis de 300 kg de N/ha/año.

Plantas provenientes de sección de rizomas. Los resultados de la variable diámetro de la inflorescencia se observa en el cuadro 2, donde se detectaron diferencias altamente significativas para los factores dosis de nitrógeno, edad de la inflorescencia y para la interacción dosis por edad. Los mayores valores se observaron en la dosis de 300 kg de N/ha/año durante los primeros 27 días del desarrollo de la inflorescencia; a partir de allí, la dosis de 150 presentó los valores más altos.

En el cuadro 3 se observa que en la longitud de la inflorescencia, hubo diferencias altamente significativas para los factores dosis y edad. El valor inicial de 1,86 cm se incrementó a 7,64 cm a los 42 días. El incremento diario se ubicó en el rango de 0,14 a 0,38 cm, con un promedio de 0,25 cm. El análisis de regresión mostró valores altamente significativos; pero no se logró establecer ninguna ecuación estimadora del diámetro y longitud de la inflorescencia, debido a que los valores del coeficiente de determinación fueron muy bajos.

En lo que respecta a la dosis de nitrógeno, en el cuadro 4 se puede

observar que los mayores valores de 5,81 y 5,63 cm en la longitud de la inflorescencia fueron obtenidos en las dosis de 150 y 300 kg de N/ha/año, respectivamente.

Comparación del desarrollo de la inflorescencia de las plantas *in vitro* y de sección de rizoma. Los resultados obtenidos en las variables diámetro y longitud de la inflorescencia en las plantas de cultivo *in vitro* y de sección de rizoma fueron muy similares, con la excepción de que en este último material se detectaron diferencias altamente significativas para la interacción dosis por edad. Esto posiblemente fue debido a que en las plantas provenientes de sección de rizomas, la inflorescencia alcanzó un mayor tamaño, por lo que requirió más días para completar su desarrollo (42 días), en relación con las *in vitro* (36 días). Así mismo, fueron las primeras en iniciar la floración, de tal modo que para la época de evaluación, el tamaño y el desarrollo de las plantas fue superior a las de cultivo *in vitro*, a pesar de que ambos materiales tenían la misma edad (10). Similares resultados fueron reportados por Bhagyalakshmi *et al.*(2) y Smith y Hamill (15) al comparar el comportamiento de plantas de jengibre obtenidas por cultivo *in vitro* con las propagadas por rizomas.

Considerando el efecto de la dosis de nitrógeno sobre el diámetro de la inflorescencia se observó que hubo un comportamiento distinto en ambos materiales. Las provenientes de sección de rizoma alcanzaron su máximo valor en la dosis de 150 kg de N/ha/año; mientras que las *in vitro* en la de 300, posiblemente debido a que estas

Cuadro 2. Efecto de la edad y dosis de nitrógeno sobre el diámetro de la inflorescencia durante su desarrollo en plantas de *Alpinia purpurata* 'Jungle King' provenientes de sección de rizoma.

Edad (días)	Diámetro de la inflorescencia		
	Dosis kg N/ha/año		
	150	300	600
0	1,31	1,15	1,15
2	1,19	1,24	1,17
4	1,24	1,28	1,24
8	1,37	1,39	1,29
10	1,47	1,49	1,37
12	1,56	1,58	1,44
16	1,75	1,77	1,60
19	1,92	1,94	1,69
23	2,15	2,33	1,90
27	2,60	2,77	2,13
31	3,24	3,15	2,33
35	4,23	3,77	2,87
38	4,76	4,41	3,39
42	5,15	5,04	4,04

Significación Prueba de F¹

Dosis, D ***

Edad, E ***

D x E *

Significación b_i¹b₀ ***b₁ (D) nsb₁₁ (D²) nsb₂ (E) nsb₂₂ (E²) ***b₁₂ (D x E) ***

1 ns (P > 0,05), * (P < 0,05), ** (P < 0,01), *** (P < 0,001)

últimas se encontraban en pleno proceso de crecimiento, lo cual originó una mayor demanda de nitrógeno con respecto a las primeras.

La longitud de la inflorescencia comenzó a registrarse a los 12 y 19 días desde el inicio de su desarrollo en las

plantas de cultivo *in vitro* y de sección de rizoma, respectivamente, ya que en estas últimas fue mayor el tiempo en emerger desde la vaina de la inflorescencia, quizás por su mayor tamaño. El efecto de la dosis de nitrógeno sobre esta variable en am-

Cuadro 3. Efecto de la edad sobre la longitud de la inflorescencia durante su desarrollo en plantas de *Alpinia purpurata* 'Jungle King' provenientes de sección de rizoma.

Edad (días)	Longitud de la inflorescencia (cm) ¹
19	1,86
23	3,39
27	4,52
31	5,79
35	6,55
38	7,09
42	7,64
Significación Prueba de F ²	
Dosis, D	***
Edad, E	***
D x E	ns
Significación b _i ²	
b ₀	ns
b ₁ (D)	ns
b ₁₁ (D ²)	ns
b ₂ (E)	***
b ₂₂ (E ²)	***
b ₁₂ (D x E)	ns

1 Promedios convertidos de (Y+1)^{1/2}

2 ns (P > 0,05), * (P < 0,05), ** (P < 0,01), *** (P < 0,001)

Cuadro 4. Efecto de la dosis de nitrógeno sobre la longitud de la inflorescencia durante su desarrollo en plantas de *Alpinia purpurata* 'Jungle King' provenientes de sección de rizoma.

Dosis kg N/ha/año	Longitud de la inflorescencia (cm) ¹
150	5,81 a ²
300	5,63 a
600	4,34 b

1 Promedios convertidos de (Y+1)^{1/2}

2 Los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Duncan (P<0,05)

bos materiales presentó una respuesta distinta, siguiendo el mismo comportamiento señalado para el diámetro de la inflorescencia.

Debido a la similitud existente en ambos materiales en referencia al desarrollo de la inflorescencia, a continuación se describen seis estados identificados en este estudio, los cuales coinciden en parte, con los cuatro reportados por la literatura (12).

Estado 0: La inflorescencia inicia su formación con un ligero cambio de color en el ápice del brote.

Estado 1: Inicio del engrosamiento de la inflorescencia. La duración fue de 4 días para las plantas de cultivo *in vitro* y de 6 días para las de sección de rizoma.

Estado 2: La vaina que contiene la inflorescencia comienza a abrir o a separarse. La duración fue de 5 días para las de cultivo *in vitro* y de 6 días para las de sección de rizoma.

Estado 3: La inflorescencia emerge de la vaina y comienza el crecimiento en longitud. En las plantas de cultivo *in vitro* se llevó un tiempo de 13 días y en las de sección de rizoma 15.

Estado 4: Una vez que alcanza el máximo en longitud se inicia la apertura de las brácteas de abajo hacia arriba, aumentando gradualmente el diámetro de la misma, lo cual conlleva a cambios en su forma. La duración

fue de 10 y 11 días para las plantas de cultivo *in vitro* y de sección de rizoma, respectivamente.

Estado 5: Concluida la apertura de las brácteas, la flor ya está lista para la cosecha. Se consideró la culminación de esta fase con la aparición de las verdaderas flores de la inflorescencia, permitiendo así calcular el tiempo máximo que pueden mantenerse las flores en campo, sin que excedan mucho su punto de corte. Este fue de 8 días para las plantas de cultivo *in vitro* y de 9 días para las de sección de rizoma.

El tiempo total empleado para el desarrollo de la inflorescencia considerando todos los estados observados fue de 45 y 54 días para las plantas de cultivo *in vitro* y las de sección de rizoma, respectivamente. La diferencia probablemente se debió a que estas últimas tenían un año en el proceso de floración, mientras que las primeras solo 9 meses. Esto originó la producción de inflorescencias de distintos tamaños en ambos materiales.

La determinación del tiempo de desarrollo de la inflorescencia permite establecer comercialmente, la cantidad de días que pueden mantenerse las flores en campo para que no se vea afectada la calidad al cosechar en un punto no adecuado.

Conclusiones

La mejor dosis de nitrógeno se ubicó en 150 y 300 kg/ha/año para las plantas de sección de rizoma y de cultivo *in vitro*, respectivamente.

Existen diferencias en cuanto al

tiempo de desarrollo de la inflorescencia entre las plantas de cultivo *in vitro* y las de sección de rizoma, siendo en las primeras de 45 días y en las segundas de 54.

Literatura citada

1. Bailey, L. H. 1976. Hortus third. A concise dictionary of plants cultivated in the United States and Canada. 3^o ed. MacMillan, New York.
2. Bhagyalakshmi, S., Narasimhan y N. Singh. 1994. The yield and quality of ginger produced by micropropagated plants as compared with conventionally propagated plants. *Journal of Horticultural Science* 69: 645-651.
3. Broschat, T. K. y H. Donselman 1988. Production and postharvest culture of Red Ginger in South Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 101: 326-327.
4. Criley, R. A. 1984. Yield and production of red ginger and Bird-of-paradise at Waimanalo as influenced by fertilizer, planting density and season. *Proceedings: Second fertilizer & ornamental short course. University of Hawaii. Cooperative Extension Service.* 18 p.
5. Criley, R. A. 1996. Tecniques of cultivation in the Ornamental Zingiberaceae. *Bull. Heliconia Soc. Intern.* 8: 7-11.
6. Chang, B. y R. Criley. 1993. Clonal propagation of pink ginger *in vitro*. *HortScience* 28: 1203.
7. CoHort Software. 1990. CoHort 2 Statistical Package. Bekerly, California.
8. Delima, D. 1986. Grades and Standars for cut flowers. *Hort. Digest* 80: 6-7.
9. Dennis, G. F. 1989. *Alpinia purpurata*: a Native of the Salomon Island. *Bull. Heliconia Soc. Intern.* 4: 12.
10. González, M. y N. Mogollón. 1999. Aspectos del crecimiento, desarrollo y producción de *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum 'Jungle King' proveniente de cultivo *in vitro*. *Proceeding Interamerican Society for Tropical Horticulture. Volumen: 43* (en edición).
11. Hansen, J. D. 1993. Field phenology of red ginger, *Alpinia purpurata*. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 106: 290-292.
12. Inouye, D. S. 1994. The effect of watering regimes on the growth and development of *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum. inflorescences. M. S. Thesis, Univ. Hawaii, Honolulu, HI. 165 p.
13. Mersino, E. F. 1995. The effects of four levels of nitrogen on the growth, yield, and shelf life of red ginger *Alpinia purpurata* (Vieill.) Schum. *Bull. Heliconia Soc. Intern.* 7: 5-7.
14. Sheehan, T. 1958. Zingiberaceae for Florida. *Proc. Fla. State. Hort Soc.* 71: 382-388.
15. Smith M. y S. Hamill. 1996. Field evaluation of micropropagated and conventionally propagated ginger in subtropical Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36: 347-354.
16. Systat Products. 1997. *Statistics. Systat® for Windows 7.0.* Chicago IL.
17. Steel, R. y J. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrics approach. 2^a ed. McGraw-Hill Book Company. New York (USA). 480 p.