

# EVALUACIÓN EN CAMPO DE PLANTAS DE JENGIBRE (*Zingiber officinale* R.) OBTENIDAS *in vitro* Y POR SECCIONES DE RIZOMA

Y. Him de Freitez; N. Mogollón<sup>1</sup>; J. G. Díaz

Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Decanato de Agronomía. Apdo. 400.  
Cabudare Tarabana Estado Lara, Venezuela. Correo-e: norcam@cantv.net. (Autor responsable)

## RESUMEN

Se evaluó el comportamiento hortícola de plantas de jengibre (*Zingiber officinale* R.) provenientes de cultivo *in vitro* en relación con las secciones de rizoma, plantadas bajo dos condiciones de luminosidad: plena exposición solar y sombra parcial. El ensayo se realizó en Tarabana, Edo. Lara, Venezuela, utilizando un diseño de bloques al azar con ocho repeticiones y cuatro tratamientos. Los resultados mostraron diferencias significativas para el tipo de propagación y la condición de luminosidad, excepto en las variables número de hojas y masa de raíces, respectivamente. Las plantas obtenidas *in vitro* fueron superiores en el número de brotes, masa fresca y seca de brotes y tuvieron menor altura que las propagadas por rizoma. La masa de rizomas fue mayor en las plantas propagadas en forma convencional, pero la masa de raíces menor, en comparación con las *in vitro*. Estas desarrollaron numerosos rizomas, de tamaño pequeño, acompañados de alta cantidad de raíces carnosas con estructuras tuberosas en sus extremos. Todas las variables evaluadas resultaron superiores en la condición de sombra parcial, independientemente del tipo de propagación, a excepción de la masa de raíces en las provenientes de secciones de rizoma.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** ginger, desarrollo vegetativo, propagación *in vitro*, propagación por rizoma

## FIELD EVALUATION OF GINGER PLANTS (*Zingiber officinale* R.) OBTAINED *in vitro* AND FROM SECTIONS OF RHIZOME

### SUMMARY

The horticultural performance of ginger (*Zingiber officinale* R.) plants cultured *in vitro* and propagated from rhizome sections was evaluated under full sunlight and partial shade. The experiment was conducted in Tarabana, Lara State, Venezuela, using a randomized blocks design with eight replications and four treatments. The results showed significant differences for the type of propagation and the condition of light, except for the variables number of leaves and root mass, respectively. The number of shoots, fresh and dry mass of shoots was higher *in vitro* propagated plants, which were shorter, than those propagated by rhizome. Rhizome mass was greater in plants propagated conventionally, but root mass was smaller than in those propagated *in vitro*. The *in vitro* plants produced numerous small rhizomes, with a high number of fleshy roots and tuberous structures at the tips. All the evaluated variables were superior in partial shade, independently of the type of propagation, with the exception of roots mass in those plants produced from rhizome sections.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** ginger, vegetative development, *in vitro* propagation, rhizome propagation.

## INTRODUCCIÓN

El producto final y comercial de la planta de jengibre (*Zingiber officinale* R.) es el rizoma, el cual se utiliza ampliamente en forma fresca o procesado con fines culinarios, medicinales, cosmetológicos y en confiterías (Lee *et al.*, 1981). Así mismo, es empleado como "semilla" a través de secciones de 45 a 60 g para la propagación convencional de la especie, aunque los rizomas pueden ser afectados por diversas enfermedades producidas por hongos, bacterias y nematodos, reduciendo severamente

el rendimiento del cultivo (Trujillo, 1963; De Lange *et al.*, 1987). La técnica del cultivo *in vitro* ha resultado un método ideal para la propagación masal del jengibre, ya que es una alternativa para obtener material libre de plagas y enfermedades (Hosoki y Sagawa, 1977; Pillai y Kumar, 1982; Ikeda y Tanabe, 1989; Kackar *et al.*, 1993; Him y Páez, 1996). Sin embargo, poco se conoce sobre el comportamiento en campo de estas plantas obtenidas *in vitro*. Al respecto, Bhagyalakshmi *et al.* (1994) trabajando con el cultivar Wynad de origen indú, no obtuvieron diferencias en rendimiento entre plantas micropropagadas

y aquellas obtenidas en forma convencional, ambas plantadas a plena exposición solar. Sin embargo, las primeras requirieron dos meses más para obtener resultados similares. En contraste, Smith y Hamill (1996) al evaluar el rendimiento en rizoma de la primera generación de las plantas micropropagadas del cv. Queensland en condiciones subtropicales de Australia, encontraron que fue significativamente menor, con rizomas pequeños y presencia de abundantes raíces. Por tal motivo, esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar en condiciones tropicales de Venezuela, el comportamiento en campo de plantas de jengibre cv. Japón propagadas *in vitro* y por secciones de rizoma, a fin de determinar la conveniencia del uso comercial de las plantas de jengibre obtenidas *in vitro* como material de plantación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado tanto para la propagación *in vitro* como la convencional, fueron rizomas de jengibre del cv. Japón proveniente de una plantación semicomercial ubicada en Bejuma, Edo. Carabobo, Venezuela. La fase de micropropagación se realizó en la Unidad de Biotecnología del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), Tarabana, Edo. Lara, Venezuela, siguiendo la metodología estandarizada por Him y Páez (1996). Para la aclimatización, las plantas producidas *in vitro* se trasplantaron en bandejas multiceldas con mezcla de arena y aserrín de coco en proporción 1:1 (v:v), y se colocaron bajo el propagador de neblina por 15 días. Luego se llevaron a condiciones de sombra (80 % de restricción solar) por 15 días, y finalmente fueron trasplantadas en bolsas de polietileno conteniendo mezcla de arena, aserrín de coco y tierra negra en proporción 1:1:1 (v:v:v). Permanecieron bajo sombra por 45 días y cuando alcanzaron de 12 a 15 cm de altura, se consideraron adecuadas para su trasplante al campo.

El material proveniente de rizomas, cuyo peso osciló entre 35 a 45 g, fue desinfectado con hipoclorito de sodio

al 5 % por 15 minutos y protegido con fungicida (Captan al 4 %). Ambos materiales se plantaron en junio de 1999 en la Estación Experimental de Tarabana (10° 05' LN, 510 msnm y temperatura promedio de 26 °C) del Decanato de Agronomía, UCLA Edo. Lara, Venezuela. La distancia de siembra fue de 0.30 m entre hileras y 0.40 m entre plantas y se empleó un diseño de bloques al azar con un arreglo de tratamiento factorial 2 x 2, para un total de cuatro tratamientos, constituidos por los dos tipos de propagación, plantas *in vitro* y secciones de rizomas, y dos condiciones de luminosidad, sol y sombra parcial, con ocho repeticiones para cada condición, consistentes de tres hileras con cinco plantas cada una. Las observaciones se realizaron en tres plantas de la hilera central correspondientes a cada tratamiento y repetición. La sombra parcial fue suministrada por cuatro árboles forestales de 3 a 4 m de altura, ubicados a un lado de la parcela experimental que permitieron reducir la radiación solar de 1.611.11 a 165.68  $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$  en promedio, medidos entre las 12:00 y la 13:00 horas con un fotómetro LI-COR-250.

Las variables evaluadas fueron: número y altura de brotes, masa fresca y seca de brotes, número de hojas por brote y masa de rizomas y de raíces

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias altamente significativas para el factor cultivo o tipo de propagación en las variables: número y altura de brotes, masa fresca y seca de brotes, masa de rizomas y masa de raíces, y no significativa para el número de hojas. Para el factor condición de luminosidad, todas las variables resultaron altamente significativas, excepto la masa de raíces. No se registró interacción entre los dos factores estudiados (Cuadro 1).

Las plantas provenientes de cultivo *in vitro* produjeron mayor número de brotes tanto en sombra parcial (67.7), como a plena exposición solar (45.0), con relación a las originadas de rizomas (12.4 y 8.7, respectivamente). En la primera condición, ambos tipos de plantas alcanzaron igual

**CUADRO 1. Efecto del tipo de material de propagación (*in vitro* y rizoma) y de la condición de luminosidad (sombra y sol) sobre el desarrollo de plantas de jengibre (*Zingiber officinale* R.).**

Variables	Plantas <i>in vitro</i>		Secciones de Rizomas		F.		Cx C	C.V. (%)
	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Cult.	Cond.		
Número de brotes	67.71 a <sup>2</sup>	45.00 b	12.41 c	8.75 c	**	**	NS	11.41
Altura de brotes (cm)	70.37 a	53.37 c	74.95 a	62.83 b	**	**	NS	8.43
Masa fresca brotes (g)	974.50 a	356.10 b	225.94 bc	51.85 c	**	**	NS	14.56
Masa seca brotes (g)	98.68 a	52.45 b	34.33 b	8.02 c	**	**	NS	20.75
Número de hojas	20.91 a	15.87 b	20.00 a	12.87 b	NS	**	NS	15.44
Masa rizomas (g)	742.25 b	411.97 c	1.040.80 a	490.30 c	**	**	NS	31.36
Masa raíz (g)	639.70 a	368.10 b	13.00 c	22.01 c	**	NS	NS	9.86

<sup>2</sup>Medias dentro de cada fila y de cada material de plantación con la misma letra no son diferentes. Según prueba de Duncan a una  $P \leq 0.05$ . NS, \*, \*\*; no significativa, significante a una  $P \leq 0.05$  y 0.01, respectivamente.

Cult.: Cultivo o Tipo de propagación; Cond.: Condición de luminosidad; C x C: Cultivo x Condición; C.V.: coeficiente de variación.

altura, pero en la segunda, las plantas derivadas *in vitro* fueron significativamente inferiores (Cuadro 1; Figuras 1 y 2). Esto último posiblemente se debió al estrés ocasionado cuando fueron llevadas de la fase de aclimatación a campo y/o a su menor o casi nula cantidad de reservas almacenadas en forma de rizoma, tal como lo indicaron Smith y Hamill (1996). Respecto a la masa fresca y seca de dichos brotes, en correspondencia con la variable número de brotes, las plantas derivadas *in vitro* también resultaron superiores en ambas condiciones, con relación a las obtenidas de rizomas (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con los de Smith y Hamill (1996), quienes indicaron que los numerosos brotes del material *in vitro* puede deberse a la presencia de la citocinina (6-benzilaminopurina) empleada en el medio de cultivo, la cual es señalada por George y Sherrington (1984) como inductora de brotes. Dicho efecto se manifiesta en un excesivo desarrollo vegetativo de las plantas micropropagadas al ser establecidas en campo. Así mismo, este comportamiento también puede deberse al efecto del rejuvenecimiento ocasionado por los subcultivos en condiciones *in vitro*, tal como ha sido señalado en fresa por Huxley y Cartwright, citados por Smith y Hamill (1996).

Con respecto al número de hojas al momento de la cosecha, ambos materiales tuvieron el mismo comportamiento (Cuadro 1). Sin embargo, el factor condición sí fue determinante, ya que indujo mayor cantidad de hojas en sombra parcial.

Las plantas derivadas de propagación convencional desarrollaron mayor masa de rizomas en la condición de sombra parcial que las de origen *in vitro*. No obstante, ambos tipos de plantas se comportaron estadísticamente iguales a plena exposición solar (Cuadro 1). Esta respuesta podría deberse a que los rizomas formados en el primer

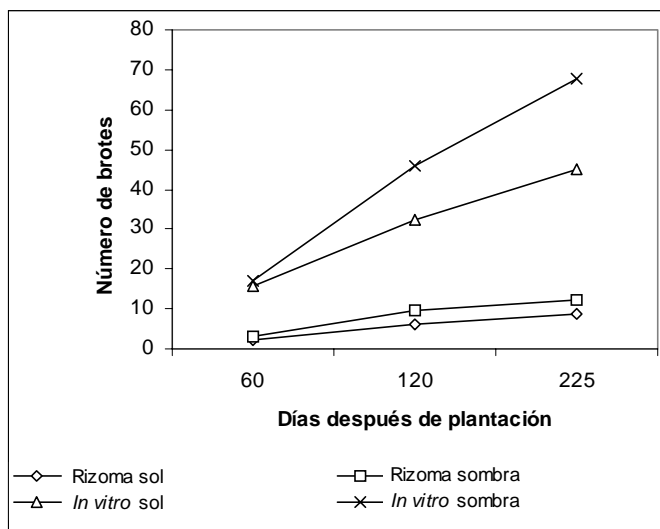


Figura 1. Número de brotes desarrollados en plantas de jengibre (*Zingiber officinale* R.) propagadas *in vitro* y por rizoma en condiciones de sol y sombra parcial.

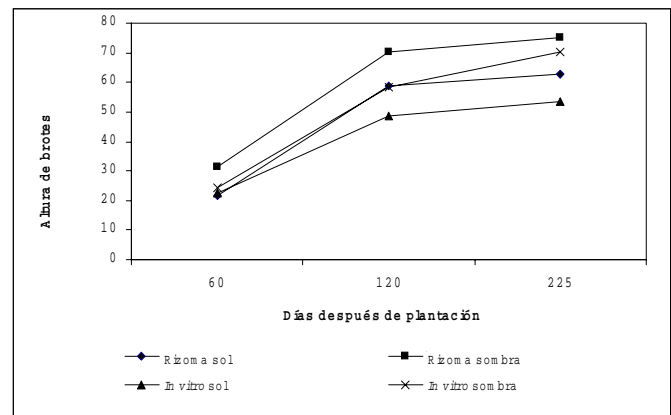


Figura 2. Altura de brotes (cm) desarrollados en plantas de jengibre (*Zingiber officinale* R.) propagadas *in vitro* y por rizoma, en condiciones de sol y sombra parcial

caso eran de mayor tamaño, en contraste con los originados por las plantas derivadas *in vitro*, cuyos rizomas fueron más pequeños, pero numerosos (Figuras 3 y 4). Este último resultado fue similar a lo obtenido por Smith y Hamill (1996), quienes recomendaron no utilizar como semillas, a los rizomas provenientes de la primera generación *ex vitro*, debido a su reducido tamaño con limitado desarrollo de las protuberancias o dedos. Por el contrario, Bhagyalakshmi *et al.* (1994) obtuvieron rendimientos similares en rizomas de plantas provenientes de cultivo *in vitro* y de propagación convencional, cuando las primeras se cosecharon dos meses más tarde. Este comportamiento no pudo ser observado en la presente investigación, ya que los dos tipos de plantas fueron cosechados al mismo tiempo (ocho meses), a pesar de que los brotes de las plantas derivadas *in vitro* aún permanecían verdes. Esto indica que dicho material pudo haberse mantenido por más tiempo en campo hasta el secado total del follaje (momento recomendado para la cosecha), existiendo la posibilidad de que las plantas derivadas *in vitro* incrementaran los rendimientos.

La masa de raíces tuvo el mismo comportamiento que el número de brotes, siendo su valor muy superior en las plantas *in vitro* con relación a las originadas de rizomas, independientemente de la condición de luminosidad. En este último material, los promedios fueron estadísticamente iguales tanto en sombra parcial como a plena exposición solar (Cuadro 1). Esto se debió a que las raíces en las plantas derivadas *in vitro* eran carnosas y con formación de estructuras tuberosas en sus extremos, características de órganos de reserva (Figura 4); en comparación con las provenientes de rizomas, las cuales eran escasas y sólo fibrosas. Resultados similares fueron obtenidos por Smith y Hamill (1996), quienes señalaron la presencia de una gran masa de raíces en los rizomas de las plantas provenientes de la primera generación *ex vitro*. El excesivo desarrollo de las mismas y la presencia de estructuras de reservas en este material, posiblemente se debió al efecto de los reguladores del crecimiento usados en los medios

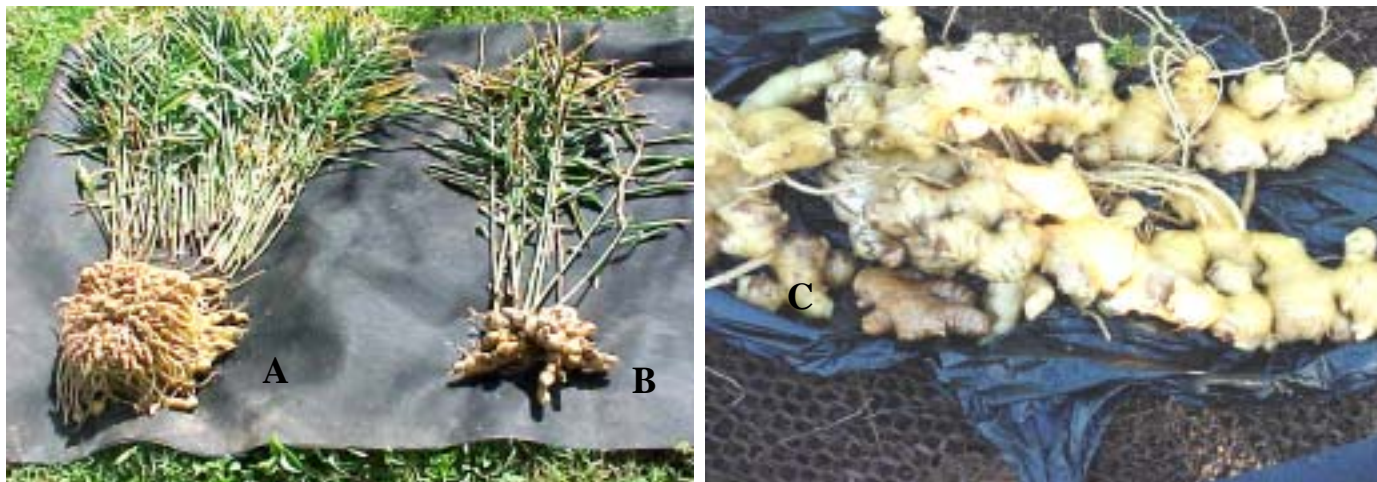


Figura 3. Brotes y rizomas de jengibre (*Zingiber officinale* R.) en las macollas de plantas propagadas *in vitro* (A) y por rizoma (B) que desarrollaron en sombra parcial. Detalle de rizomas desarrollados en plantas propagadas convencionalmente (C).

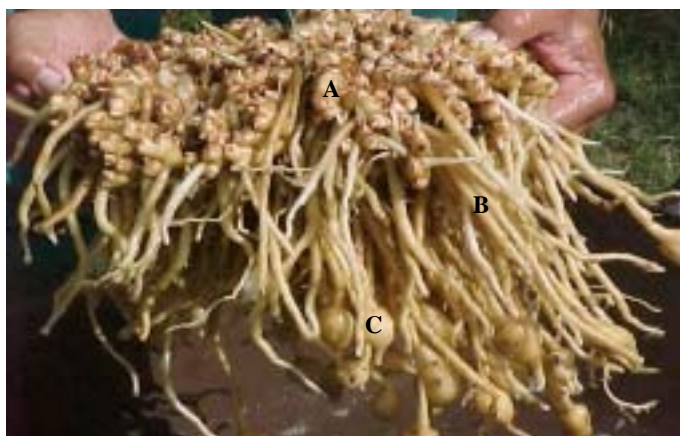


Figura 4. Rizomas y raíces de plantas de jengibre (*Zingiber officinale* R.) propagadas *in vitro* que desarrollaron en sombra parcial. (A) Rizomas, (B) Raíces carnosas, (C) Estructuras tuberosas.

de cultivo, aunque dichas estructuras también han sido observadas en especies relacionadas como la *Curcuma domestica* propagada a partir de rizomas (Shah y Raju, 1975).

La diferencia en masa de los rizomas entre los dos materiales usados en esta investigación, puede deberse a la ausencia inicial de rizoma y por ende, de material de reserva en las plantas derivadas *in vitro*, el cual es una importante fuente de alimento para el desarrollo total de la planta. Así mismo, el período de estrés por el que deben pasar estas plantas durante el proceso de aclimatización, las coloca en desventaja con las provenientes de rizomas, tal y como lo señalaron Bhagyalakshmi *et al.* (1994) y Smith y Hamill (1996).

Debido al número y masa de brotes formados en las plantas derivadas *in vitro*, era de esperarse que hubiese buen desarrollo de rizomas; sin embargo, esto no ocurrió, posiblemente a causa de la competencia por los fotosintatos

entre los dos órganos de reservas (rizomas y raíces carnosas y tuberosas) formados en este material. Al respecto, la relación rizomas/raíces fue de 1.16 y 1.12 en plantas provenientes de cultivo *in vitro*; en contraste con el material proveniente de rizoma de 80.60 y 22.28, en las condiciones de sombra y sol, respectivamente.

Una de las razones por las cuales las plantas en condición de sombra parcial tuvieron comportamiento superior, puede deberse a que las plantas expuestas al sol presentaron desde temprana edad, quemaduras foliares y síntomas de clorosis, lo cual posiblemente redujo el área fotosintéticamente activa de la planta. Esto coincide con los resultados encontrados por Wilson y Ovid (1993), quienes al cultivar el jengibre en diferentes condiciones de luminosidad, obtuvieron mayor altura y número de brotes, así como rendimiento superior de rizomas cuando las plantas crecieron en 66 % de sombra; también indicaron que dicha respuesta fue debido a que en esa condición las plantas no mostraron quemaduras, ni síntomas de clorosis férrica, en contraste con las que crecieron en los otros tratamientos.

Los rizomas obtenidos en la primera generación *ex vitro* deben ser evaluados en generaciones sucesivas por su posible potencial como "semilla" de plantación, debido a su gran número y a la sanidad del material.

## CONCLUSIONES

Las plantas derivadas *in vitro* de jengibre en la primera generación *ex vitro* fueron superiores a las plantas provenientes de rizomas en el número de brotes, masa fresca y seca de brotes y masa de raíces; pero inferiores en altura de brotes y masa de rizomas.

Todas las variables evaluadas fueron superiores en las plantas de jengibre desarrolladas bajo sombra parcial, independientemente de la fuente del material, a excepción

de la altura de brotes y masa de raíces en las plantas provenientes de rizomas.

Las raíces de las plantas derivadas *in vitro* se caracterizaron por ser abundantes y de tipo carnoso, con formaciones de estructuras tuberosas en el extremo distal, en contraste con las plantas provenientes de rizomas que fueron escasas y fibrosas.

#### LITERATURA CITADA

- BHAGYALAKSHMI NARASINHAN, S.; SING., N. 1994. The yield and quality of ginger produced by micropropagated plants as compared with conventionally propagated plants. *J. Hort. Sci.* 69(4): 645-651.
- DE LANGE, J.; WILLERS, P.; NEL, M. 1987. Elimination of nematodes from ginger (*Zingiber officinale* R.) by tissue culture. *J. Hort. Sci.* 62: 249-52.
- GEORGE, E. F.; SHERRINGTON, P. D. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture Exegetics Ltd.* London, England. pp. 284-330.
- HIM DE F, Y.; PAÉZ, J. 1996. Micropropagación del jengibre (*Zingiber officinale* R.) por organogénesis y embriogénesis. Tesis Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 151 p.
- HOSOKI, T.; SAGAWA, Y. 1977. Clonal propagation of ginger (*Zingiber officinale* R.) through tissue culture. *HortScience* 12(5): 451-452.
- IKEDA, L.; TANABE, M. 1989. *In vitro* subculture applications for ginger. *HortScience* 24(1): 142-143.
- KACKAR, A.; BHAT, S.; CHANDEL, K.; MALIK, S. 1993. Plant regeneration via somatic embryogenesis in ginger. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 32: 289-292.
- LEE, M. T.; ASHER, C. J.; WHILEY, A. 1981. Nitrogen nutrition of ginger (*Zingiber officinale* R.) I. Effects of nitrogen supply on growth and development. *Field Crops Research* 4: 55-68.
- PILLAI, S.; KUMAR, K. 1982. Note on the clonal multiplication of ginger *in vitro*. *Indian J. Agric. Sci.* 52(6): 397-399.
- SMITH, M.; HAMILL, S. 1996. Field evaluation of micropropagated and conventionally propagated ginger in subtropical Queensland. *Aust. J. Exp. Agric.* 36: 347-54.
- SHAH, J. J.; RAJU, E. C. 1975. General morphology, growth and branching behaviour of the rhizomes of ginger, turmeric and mango ginger. *New Botanist* 2: 59-69.
- TRUJILLO, E. 1963. *Fusarium* yellow and rhizome rot of common ginger. *Phytopathology* 53: 1370-1371.
- WILSON, H.; OVID, A. 1993. Growth and yield responses of ginger (*Zingiber officinale* R.) as affected by shade and fertilizer applications. *J. Plant Nutri.* 16 (8): 1539-1545.