



Efecto del tipo de sustrato en la aclimatización de vitroplantas de plátano ‘Hartón Gigante’ (*Musa* AAB)

Effect of substrate type in the acclimatization of plantlets *in vitro* of plantain ‘Giant Harton’ (*Musa* AAB).

S. Florio¹ y N. Mogollón¹

¹Posgrado de Horticultura. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Cabudare, estado Lara. República de Venezuela. Apartado Postal 400.

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto del tipo de sustrato en la aclimatización de vitroplantas de plátano ‘Hartón Gigante’. Los sustratos evaluados fueron: Promix[®]; aserrín de coco; arena, aserrín de coco y cáscara de arroz (1:2:1 v/v) y arena, aserrín de coco, cáscara de arroz y vermicompost (1:5:2:2 v/v) en cámaras húmedas. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de sobrevivencia, altura y diámetro del brote, número de hojas, número y longitud máxima de raíces, biomasa fresca y seca de los brotes y de las raíces. Las variables alcanzaron los mayores valores en el Promix[®], seguido del aserrín de coco; por lo que éste puede usarse en sustitución del primero debido a que es más económico.

Palabras clave: aclimatización, *Musa* AAB, plátano ‘Hartón Gigante’, sustrato.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of the substrate in the acclimatization of plantlets of plantain ‘Giant Horn’. The substrates were: Promix[®], coconut shavings, sand, sawdust, coconut and rice hulls (1:2:1 v/v) and sand, sawdust, coconut, rice hulls and vermicompost (1:5:2:2 v/v) in moist chambers. The variables were: % survival, shoot height, diameter, number of leaves, number and maximum root length, fresh and dry mass of shoots and roots. The variables reached higher values in the Promix[®], followed by coconut sawdust, so it can be used to replace the first because it is cheaper.

Key word: acclimatization, *Musa* AAB, plantain ‘Giant Harton’, substrate.

Introducción

Para la propagación masiva del cultivo del plátano, la regeneración *in vitro*, se presenta como una alternativa potencial para solucionar la suplencia y mantenimiento de plantas. Sin embargo, las plantas obtenidas por esta vía (vitroplantas) son muy susceptibles al ser trasplantadas *in vivo*, lo cual ocasiona una alta mortalidad durante la etapa de aclimatización. Esto se debe a que las condiciones de crecimiento dentro de los recipientes de cultivo, inducen anomalías morfológicas, anatómicas y fisiológicas, las cuales deben ser corregidas o solventadas mediante la aclimatización gradual de las plantas (Martín-Bernabé *et al.*, 2009).

El proceso de aclimatización es crítico, ya que las plantas pasan de un ambiente de baja transpiración a otro que exige una mayor demanda hídrica, que eventualmente puede ocasionar estrés hídrico. Igualmente, pasan de un estado heterótrofo a un estado autótrofo con diferentes niveles de nutrientes, y finalmente, de un ambiente aséptico a uno donde pueden estar expuestas al ataque de microorganismos saprofitos y/o fitopatógenos (Vilchez *et al.*, 2007; Hazarika, 2006).

Las condiciones *in vitro*, como la alta humedad, baja intensidad luminosa, temperatura constante y bajo o nulo intercambio gaseoso en el frasco, favorecen cambios como: hojas con estomas que no cierran normalmente y desarrollo deficiente de la cutícula, lo que hace que las plantas sean más susceptibles al estrés por pérdida de agua; tallo con escaso tejido de sopor-

Introduction

For the massive propagation of plantain, the regeneration *in vitro* presents itself as a potential alternative to solve the substitution and maintenance of plants. However, the plants obtained with this process (plantlets) are very sensitive to be transplanted *in vivo*, which causes a high mortality rate during the acclimatization phase. This is because the grow conditions inside the crop plots, induce to morphological, anatomic and physiological abnormalities, which have to be corrected or solved through the gradual acclimatization of plants (Martín-Bernabé *et al.*, 2009).

The acclimatization process is critical, because plants go through one environment of low transpiration to another with a high water demand that might eventually cause water stress. Likewise, they go through a heterotrophic phase at an autotroph state with different levels of nutrients, finally, from an aseptic environment to one where plants can be exposed to the attack of saprophyte and/or phytopathogens microorganisms (Vilchez *et al.*, 2007; Hazarika, 2006).

In vitro conditions, as high humidity, low light intensity, constant temperature and low or null gas interchange in the jar, favor changes as: leaves with stomas that do not close normally and deficient development of the cuticle, what causes that plants be more sensitive to the stress by water lost, stem with scarce support tissue (collenchymas and sclerenchyma) low functional roots. In some times, there is an

te (colénquima y esclerénquima); raíces poco funcionales. En ocasiones existe una conexión vascular incompleta entre tallo y raíces que impide el transporte eficiente de agua y nutrientes (Hazarika, 2006; Mogollón, 2002; Wetzstein *et al.*, 2002).

Por otra parte, los sustratos ejercen una influencia significativa en la arquitectura del sistema radical de las plantas y en las asociaciones biológicas de este con el suelo. Para su elaboración, son preferidos materiales inertes o aquellos en los cuales el proceso de obtención garantice la mayor desinfección posible como el aserrín de coco, la cáscara de arroz, el vermicompost, entre otros (Vilchez *et al.*, 2007; Gallardo, 2005; Pire y Acevedo, 2004).

Considerando la importancia socioeconómica que reviste el plátano 'Hartón Gigante' y que existe poca información sobre sustratos adecuados para la aclimatización, se estableció como objetivo de este trabajo evaluar el efecto del tipo de sustrato en la aclimatización de vitroplantas del plátano 'Hartón Gigante' (*Musa AAB*).

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el umbráculo ubicado en la sede de los Posgrados de Agronomía de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", en Cabudare, municipio Palavecino, estado Lara (10° 01' 30" LN, 69° 16' 30" LO y 510 msnm). Dicha estructura está cubierta con una malla de polipropileno tejido de 70 a 80% de restricción solar (500 mmol.m².s⁻¹ en las horas de mayor luminosidad, des-

incomplete vascular connection between stems and roots that does not allow the efficient transportation of water and nutrients

On the other hand, substrates have a significant influence in the architecture of the radical system of plants and in the biological associations of this soil. For the elaboration, are preferred inert materials or those where the obtaining process guarantee the higher disinfection possible as coconut sawdust, rice hull, vermicompost, among others (Vilchez *et al.*, 2007; Gallardo, 2005; Pire and Acevedo, 2004).

Considering the socio-economic importance of plantain "Hartón Gigante" and that there is little information about the adequate substrate for the acclimatization, was established as objective for this research, to evaluate the effect of the substrate in the acclimatization of plantlets of plantain "Hartón Gigante" (*Musa AAB*).

Materials and methods

This research was done in the threshold located at the Post Graduate Study Area of the Agronomy Faculty of "Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado", in Cabudare, Palavecino parish, Lara state (10° 01' 30" LN, 69° 16' 30" LO and 510 masl). Such structure is covered with a polypropylene tissue net from 70 to 80% of sun restriction (500 mmol.m².s⁻¹ in the hours of higher luminosity from 12 to 1:00 pm, measured with a visible light radiometer model LI-250), average

de las 12 m a la 1:00 pm, medido con un radiómetro de luz visible modelo LI-250), temperatura promedio de $26\pm 5^{\circ}\text{C}$ y $70\pm 15\%$ de humedad relativa.

1. Caracterización morfológica de las vitroplantas: Previo al inicio del experimento de aclimatización, se tomaron al azar 20 vitroplantas, a las cuales se les determinaron las siguientes variables: altura y diámetro de los brotes, número de hojas, número y longitud máxima de las raíces y biomasa fresca y seca de brotes y raíces. Para esta última variable, las vitroplantas se colocaron en estufa a temperatura de 75°C por 48 horas o hasta alcanzar peso constante. A los 30 y 60 días del experimento, se evaluó el porcentaje de sobrevivencia. Así mismo, fueron tomadas al azar 2 vitroplantas por cada repetición en cada uno de los tratamientos, para un total de 16 plantas, a las cuales se les determinaron las mismas variables empleadas para la caracterización inicial, con la excepción del número de raíces.

2. Aclimatización de las vitroplantas: Para ello, se seleccionaron vitroplantas de 5 a 6 cm de longitud, con un promedio de 2 a 3 hojas, diámetro mayor a 0,5 cm y con una buena conformación de raíces, provenientes de la fase de enraizamiento de acuerdo a lo recomendado por De Araujo *et al.* (2008). Estas plantas se lavaron con agua potable para eliminarles los residuos del medio de cultivo y se sumergieron por cinco minutos en una solución fungicida de Benlate® (ingrediente activo Benomilo Dupont) en la dosis de $3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Posteriormente, fueron trasplantadas en bandejas plásticas con tapa transpa-

temperature from $26\pm 5^{\circ}\text{C}$ to $70\pm 15\%$ of relative humidity.

1. Morphological characterization of plantlets: prior to start the acclimatization experiment, 20 plantlets plants were selected at random, which were determined the following variables: height and diameter of shoots, number of leaves, number and maximum longitude of roots and fresh and dry mass of shoots and roots. For the lat variable, plantlets were put on a stove at a temperature of 75° for 48 hours or until reaching the constant weight. Within 30 to 60 days of the experiment was evaluated the survival percentage. Likewise, were taken at random 2 plantlets per replication on each of the treatments, for a total of 16 plants, which were determined the same variables employed for the initial characterization, excepting the number of roots.

2. Acclimatization of plantlets: for this, plantlets from 5 to 6 cms of longitude were selected, with an average from 2 to 3 leaves, a diameter higher than 0.5 cm and with a good formation of roots, coming from the rooting phase according to the recommended by De Araujo *et al.*, (2008). These plants were washed with current water to eliminate the residuals of the cultivation, and were submerged for five minutes in a fungicide solution of Benlate® (active ingredient Benomilo Dupont) at the doses of $3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Subsequently, were transplanted to plastic trays with clear cap (we chamber) of 20 cm of length x 10 cm of width, with the

rente (cámaras húmedas) de 20 cm de largo x 10 cm de ancho contentivas de los siguientes sustratos, previamente pasteurizados: Promix® (85% de turba canadiense y 15% de vermiculita); aserrín de coco (100%); arena, aserrín de coco y cáscara de arroz (1:2:1 v/v) y arena, aserrín de coco, cáscara de arroz y vermicompost (1:5:2:2 v/v).

Las vitroplantas se trasplantaron al azar en las bandejas con los respectivos sustratos previamente humedecidos. Luego estas fueron cubiertas con su correspondiente tapa plástica para mantener la humedad. Las plantas permanecieron en las cámaras húmedas durante 15 días y luego se destaparon y se colocaron bajo condiciones de umbráculo hasta completar 60 días, aplicándoles un riego interdiario. La fertilización de las plantas se realizó semanalmente con 0,5 g.L⁻¹ de urea en forma foliar y mensualmente con PUR-O-FOL® (20-20-20) en dosis de 1 g.L⁻¹ en el agua de riego. El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar, con cuatro tratamientos, 8 repeticiones por tratamiento, 12 plantas por repetición para un total de 384 plantas (96 plantas por cada tratamiento). Se midieron variables morfológicas y físicas para comparar al inicio y al final de la aclimatización la altura y diámetro de los brotes, número de hojas, número y longitud máxima de las raíces y biomasa fresca y seca de brotes y raíces.

Los datos fueron procesados estadísticamente mediante el programa SAS versión 8.1 para Windows, realizando el análisis de la varianza correspondiente al diseño empleado.

following substrates previously pasteurized: Promix® (85 of Canadian peat and 15% of vermiculite) coconut sawdust (100%), sand, coconut sawdust and rice hull (1:2:1 v/v) and sand, coconut sawdust, rice hull and vermicompost (1:5:2:2 v/v).

Vitroplants were transplanted at random in trays with the corresponding substrates previously wet. Then, plants were covered with their appropriate plastic cap to keep the humidity. Plants remained in wet chambers for 15 days and then were uncovered and put on threshold conditions until completing 60 days, watering them every other day. Fertilization of plants was done weekly with 0.5 g.L⁻¹ of urea in the foliar area, and monthly was applied PUR-O-FOL® (20 – 20 – 20) in doses of 1 g.L⁻¹ in the irrigation water. The experimental design used was completely at random, with four treatments, 8 replications per treatment, 12 plants per replication for a total of 384 plants (96 plants per each treatment): The morphological and physical variables were measured to compare the initial and final phase of the acclimatization, height and diameter of shoots, number of leaves, number and maximum longitude of roots and fresh and dry mass of shoots and roots.

The information was processed statistically using SAS, 8.1 for Windows, doing a variance analysis corresponding to the design employed. The mean separation was done using the multiple rank mean test of Duncan at a significance level of 1 and 5.

La separación de medias se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan a un nivel de significancia del 1 y 5.

Resultados y discusión

1. Efecto en la sobrevivencia de las plantas: La sobrevivencia de las vitroplantas a los 30 días superó el 90% en todos los sustratos evaluados, destacándose el sustrato Promix® y el aserrín de coco donde se obtuvo el 100%. No obstante, la sobrevivencia a los 60 días en los sustratos arena, aserrín de coco y cáscara de arroz (1:2:1 v/v) y arena, aserrín de coco, cáscara de arroz y vermicompost (1:5:2:2 v/v) se redujo a 95,8 y 93,75 %, respectivamente. De acuerdo a lo reportado por Robinson y Galán (2009) y Toledo *et al.* (2005) se puede afirmar que en todos los sustratos hubo una alta sobrevivencia de las vitroplantas de plátano 'Hartón Gigante', ya que superaron el 85%. Estas respuestas se asemejan a los resultados obtenidos en plátano 'Prata-Anã' (AAB) y topocho 'Klua Hin' (BBB) donde se alcanzó 100% de sobrevivencia en cámaras húmedas, utilizando las mezclas comerciales Plantmax® y Sunshine® cuya composición es turba canadiense (De Araujo *et al.*, 2008; Promsorn y Kanchanapoom, 2006).

2. Efecto sobre las características morfológicas de las plantas: A los 30 días después de su transferencia *ex vitro* se detectaron diferencias estadísticas ($P < 0,001$) en las variables estudiadas. En el sustrato Promix® y aserrín de coco, se alcanzaron los mayores valores de altura y

Results and discussion

1. Effect of the survival of plants: the survival of plantlets within 30 days surpassed 90% in all the evaluated substrates, highlighting Promix® and coconut sawdust, where was obtained 100%. Nevertheless, survival within 60 days in substrates sand, coconut sawdust and rice hull (1:2:1 v/v) and sand, coconut sawdust, rice hull and vermicompost (1:5:2:2 v/v) reduced from 95.8% to 93.75% respectively. According to the reported by Robinson and Galán (2009) and Toledo *et al.*, (2005) can be affirmed that all substrates survived in plantain plantlets of "Hartón Gigante", since they surpassed 85%. These responses are similar to the results obtained in plantain "Prata-Anã" (AAB) and topocho "Klua Hin" (BBB) where was reached 100% of survival in wet chambers, using the commercial brands Plantmax® and Sunshine® which composition is Canadian peat (De Araujo *et al.*, 2008; Promsorn and Kanchanapoom, 2006).

2. Effect on the morphological characteristics of plants: 30 days after their transference *ex vitro*, were detected statistical differences ($P < 0.001$) in the studied variables. In the Promix® substrate and coconut sawdust, were reached the highest values of height and diameter of the shoot with 12.24 cm, 13.87 mm, 12.10 cm and 13.59 mm, respectively (table 1) in relation to an initial value (5.83 cm and 5.32 mm) (table 2).

This same tendency was observed in the variables: number of

diámetro de brote con 12,24 cm; 13,87 mm; 12,10 cm y 13,59 mm, respectivamente (cuadro 1), en relación al valor inicial (5,83 cm y 5,32 mm) (cuadro 2).

Esta misma tendencia se observó en las variables número de hojas y longitud máxima de raíces, donde se alcanzaron los mayores valores en Promix® y aserrín de coco, registrándose 6,38 y 13,65 cm; 6,26 y 13,09 cm, respectivamente. Sin embargo, los otros sustratos se comportaron estadísticamente inferiores para las mismas variables, obteniéndose valo-

res y maximum longitude of roots, where were reached the highest values in Promix® and coconut sawdust, registering 6.38 and 13.65, 6.26 and 13.09 respectively. However, the other substrates behaved statistically inferior for the same variables, obtaining values of 5.03 and 12.74 cm (sand:coconut sawdust:rice hull 1:2:1 v/v) and 4.49 and 9.21 cm (sand, coconut sawdust:rice hull:vermicompost 1:5:2:2 v/v) in relation to the initial average (4.36 and 9.77 cm). Likewise, in Promix® and coconut sawdust were obtained

Cuadro 1. Caracterización de las vitroplantas de plátano ‘Hartón Gigante’ (*Musa* AAB) provenientes del medio de enraizamiento a los 30 días de aclimatizadas bajo condiciones de cámara húmeda y diferentes sustratos.

Table 1. Characterization of plantain plantlets of "Hartón Gigante" (AAB) coming from the rooting media within 30 days of acclimatized, under wet chamber conditions and different substrates.

Variables	Sustratos				C.V. (%)
	1	2	3	4	
Altura de brotes (cm)	12,24 ^{az}	12,10 ^a	10,29 ^b	9,76 ^c	10,23
Diámetro de los brotes (mm)	13,87 ^a	13,59 ^a	12,33 ^b	10,03 ^c	10,16
Número de hojas	6,38 ^a	6,26 ^a	5,03 ^b	4,49 ^c	11,52
Longitud máxima de raíces (cm)	13,65 ^a	13,09 ^a	12,74 ^b	9,21 ^c	10,38
Biomasa fresca de brotes (g)	1,705 ^a	1,698 ^a	1,548 ^b	1,315 ^b	12,59
Biomasa fresca de raíces (g)	0,643 ^a	0,629 ^a	0,404 ^b	0,380 ^b	11,43
Biomasa seca de brotes (g)	0,278 ^a	0,197 ^a	0,125 ^b	0,104 ^b	11,36
Biomasa seca de raíces (g)	0,075 ^a	0,062 ^a	0,052 ^b	0,049 ^b	11,74

^z Valores con la misma letra no difieren estadísticamente al nivel del 5%, según las Pruebas de Rango Múltiple de Duncan (n=96), P<0,01.

1: Promix® (85% de turba y 15% de vermiculita); 2: aserrín de coco (100%); 3: arena, aserrín de coco y cáscara de arroz (1:2:1 v/v); 4: arena, aserrín de coco, cáscara de arroz y vermicompost (1:5:2:2 v/v).

Cuadro 2. Caracterización de las vitroplantas de plátano ‘Hartón Gigante’ (*Musa* AAB) provenientes del medio de enraizamiento al inicio de la aclimatización (0 días).

Table 2. Characterization of plantain plantlets of "Hartón Gigante" (AAB) coming from the rooting media at the beginning of the acclimatization (0 days).

Variables	Promedio
Altura de brotes (cm)	5,83±0,4
Diámetro de los brotes (mm)	5,32±0,2
Número de hojas	4,36±0,1
Longitud máxima de raíces (cm)	9,77±0,6
Número de raíces	10,37±0,2
Biomasa fresca de brotes (g)	1,095±0,07
Biomasa fresca de raíces (g)	0,340±0,06
Biomasa seca de brotes (g)	0,089±0,002
Biomasa seca de raíces (g)	0,032±0,001

res de 5,03 y 12,74 cm (arena:aserrín de coco:cáscara de arroz 1:2:1 v/v) y 4,49 y 9,21 cm (arena:aserrín de coco:cáscara de arroz:vermicompost 1:5:2:2 v/v) en relación al promedio inicial (4,36 y 9,77 cm). Igualmente, en Promix® y aserrín de coco se obtuvieron los mayores valores de biomasa fresca y seca de brotes y raíces, con promedios de 1,705 y 1,698 g; 0,643 y 0,629 g; 0,278 y 0,197 g y 0,075 y 0,062 g, respectivamente, en relación al valor inicial (1,095; 0,340; 0,089 y 0,032 g). Los sustratos arena:aserrín de coco:cáscara de arroz 1:2:1 v/v y arena:aserrín de coco:cáscara de arroz:vermicompost 1:5:2:2 v/v se comportaron estadísticamente iguales e inferiores, alcanzando valores de 1,548 y 1,315 g; 0,404 y 0,380 g; 0,125 y 0,104 g y 0,052 y 0,049 g, respectivamente.

A los 60 días de aclimatización se observó la misma tendencia regis-

the highest values of fresh and dry mass of shoots and roots, with averages of 1.705 and 1.698 g; 0.643 and 0.629 g; 0.278 and 0.197 g and 0.075 and 0.062 g, respectively, in relation to the initial value (1.095; 0.340; 0.089 and 0.032 g). The substrates sand:coconut sawdust:rice hull 1:2:1 v/v and sand:coconut sawdust:rice hull:vermicompost 1:5:2:2 v/v behaved statistically equal or inferior, reaching values of 1.548 and 1.315 g; 0.404 and 0.380 g; 0.125 and 0.104 g and 0.052 and 0.049 g, respectively.

Within 60 days of acclimatization, was observed the same tendency registered within 30 days, finding significant differences ($P < 0.001$) in all variables under study. The Promix® and coconut sawdust substrates behaved statistically superior than the rest of the substrates (table 3).

trada a los 30 días, encontrándose diferencias significativas ($P < 0,001$) en todas las variables en estudio. El sustrato Promix® y aserrín de coco se comportaron estadísticamente superiores al resto de los sustratos (cuadro 3).

Comparando las variables a los 30 y 60 días de aclimatización con los valores iniciales de las vitroplantas, se observa un notable incremento en cada una de las variables evaluadas, lo que indica una buena adaptabilidad de las plantas a condiciones *ex vitro*.

Comparing the variables within 30 and 60 days of acclimatization with the initial values of plantlets, it is observed a noteworthy increment on each of the studied variables, which indicates a good adaptability of plants at *ex vitro* conditions.

In general terms, the highest values in all the evaluated variables within 30 and 60 days of acclimatization, were observed in transplanted plantlets in the substrates of Promix® and coconut sawdust, but significant differences between both substrates were not

Cuadro 3. Caracterización de las vitroplantas de plátano ‘Hartón Gigante’ (*Musa* AAB) provenientes del medio de enraizamiento a los 60 días de aclimatizadas bajo condiciones de cámara húmeda y diferentes sustratos.

Table 3. Characterization of plantain plantlets of "Hartón Gigante" (AAB) coming from the rooting media within 60 days of acclimatized, under wet chamber conditions and different substrates.

Variables	Sustratos				C. V. (%)
	1	2	3	4	
Altura de brotes (cm)	14,59 ^{az}	14,25 ^a	12,57 ^b	11,33 ^c	10,42
Diámetro de los brotes (mm)	13,97 ^a	13,62 ^a	12,86 ^b	10,75 ^c	11,70
Número de hojas	8,03 ^a	7,08 ^a	6,09 ^b	5,07 ^c	10,98
Longitud máxima de raíces (cm)	14,23 ^a	14,19 ^a	13,32 ^b	10,46 ^c	10,83
Biomasa fresca de brotes (g)	2,505 ^a	2,424 ^a	1,972 ^b	1,846 ^b	11,36
Biomasa fresca de raíces (g)	1,110 ^a	0,997 ^a	0,729 ^b	0,642 ^b	11,42
Biomasa seca de brotes (g)	0,452 ^a	0,424 ^a	0,298 ^b	0,252 ^b	10,28
Biomasa seca de raíces (g)	0,096 ^a	0,089 ^a	0,066 ^b	0,059 ^b	10,99

^zValores con la misma letra no difieren estadísticamente al nivel del 5%, según las Pruebas de Rango Múltiple de Duncan (n=96), $P < 0,01$.

1: Promix® (85% de turba y 15% de vermiculita); 2: aserrín de coco (100%); 3: arena, aserrín de coco y cáscara de arroz (1:2:1 v/v); 4: arena, aserrín de coco, cáscara de arroz y vermicompost (1:5:2:2 v/v).

En términos generales, los mayores valores en todas las variables evaluadas durante los 30 y 60 días de aclimatización, se observaron en las vitroplantas trasplantadas en los sustratos Promix® y aserrín de coco, no registrándose diferencias significativas entre ambos sustratos. Esto posiblemente es debido a que el principal componente del sustrato comercial es la turba (85%) y ésta tiene propiedades físicas muy similares al del aserrín de coco.

Desde el punto de vista cualitativo, las plantas aclimatizadas en los sustratos Promix® y aserrín de coco, fueron más vigorosas y con hojas anchas y brillantes, en comparación con las trasplantadas en el resto de los sustratos, las cuales presentaron un aspecto más achaparrado y las hojas se observaban lanceoladas y más opacas. Por otra parte, se observó que las plantas formaron rizomas únicamente en el sustrato Promix®, cuya longitud y diámetro promedio fue de 22,83 mm y 8,64 mm, respectivamente. Esto posiblemente debido a que este sustrato tiene excelentes características físicas como son: buena aireación y retención de humedad.

Conclusiones

El porcentaje de sobrevivencia de las vitroplantas de plátano 'Hartón Gigante' en aclimatización en cámara húmeda fue superior al 90% en todos los sustratos evaluados, por lo que se puede decir que presenta buena adaptabilidad a condiciones *ex vitro*.

A través de la utilización de sustrato Promix®, se obtuvieron los mayores valores en las variables eva-

found. This might be since the main component of the commercial substrate is peat (85%) and it has physical properties similar to coconut sawdust.

From the qualitative point of view, acclimatized plants in the Promix® and coconut sawdust were more vigorous and with wider and more brilliant leaves, compared to those transplanted in the rest of the substrates, which presented a stunted aspect and leaves were observed dulled and spike-like. On the other hand, it was observed that plants formed rhizomes only in the substrate Promix®, which longitude and average diameter was of 22.83 mm and 8.64 mm, respectively. This may be because this substrate has excellent physical characteristics like: good ventilation and humidity retention.

Conclusions

The survival percentage of plantain plantlets «Hartón Gigante» in the acclimatization in wet chamber was superior to 90% in all the evaluated substrates, so it can be said that it presents a good adaptability to *ex vitro* conditions.

Using Promix®, were obtained the highest values in the variables studied during the acclimatization, followed by coconut sawdust, therefore, coconut sawdust can be used in substitution of Promix®, since it is an imported product.

End of english version

luadas durante la aclimatización; seguimiento del aserrín de coco; por lo que éste puede usarse en sustitución del primero, considerando que esta mezcla comercial es importada.

Literatura citada

- De Araujo, C., L. Fonseca., A. Da Silva., K. Santos. y S. Brandão. 2008. Aclimatização de mudas de banana 'Prata Anã' em diferentes substratos após o terceiro subcultivo. *In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura* (Eds.). 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 12 a 17 de Outubro de 2008 - Centro de Convenções – Vitória/ES.
- Gallardo, M. 2005. Bases técnicas para la elección de los sustratos: Problemas y soluciones más comunes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Boletín de Floricultura 2(35): 11-16.
- Hazarika, B. 2006. Morpho-physiological disorders *in vitro* culture of plants. *Scientia Horticulturae* 108(2): 105-120.
- Martín-Bernabé, A., J. Casas y A. Piqueras. 2009. Nitrogen assimilating enzymes during acclimatization of micropropagated *Musa* sp. plants. *Acta Horticulturae*. (ISHS) 812: 421-426.
- Mogollón, N. 2002. Multiplicación, aclimatización y cambios morfoanatómicos de plantas *in vitro* de *Dieffenbachia maculata* Schott. Trabajo de Ascenso. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental «Lisandro Alvarado». Barquisimeto, Venezuela. 143 p.
- Pire, R. e I. Acevedo. 2004. Efectos del lombricompost como enmienda del sustrato sobre la nutrición de la papaya (*Carica papaya* L.). *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 48: 97-100.
- Promsorn, N. y K. Kanchanapoom. 2006. Conservation and micropropagation of *Musa balbisiana* 'Kluai Hin'. *BRT Research Reports* (2549): 127-130.
- Robinson, J. y V. Galán Sauco. 2009. Weaning (acclimatization) of *in vitro*-produced banana plants. *Fruits* 64(5): 325-332.
- Toledo, M., S. Nietsche., A. Cabral., C. Ferreira., C. De Lima., V. Dias., B. Panicalle., D. Bautista. y M. Koji. 2005. Acclimatization of young banana plants under different conditions of luminosity. *Rev. Bras. Frutic.* 27(2): 238-240.
- Vilchez, J., E. Ramírez., M. Villasmil., N. Albano., S. León de Sierralta y M. Molina. 2007. Aclimatización de vitropiantas de zábila (*Aloe vera* L. Burm): Efectos del sustrato. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 24 Supl. 1: 57-61.
- Wetzstein, H., E. Richardson e Y. He. 2002. Alterations in anatomy and ultrastructure of pecan leaves treated with propiconazole during shoot expansion. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 127(1): 8-12.