

Contenido de fenoles en clones de musáceas ‘Pineo Gigante’ y ‘Cambur Manzano’

Phenol content in ‘Pineo Gigante’ and ‘Cambur Manzano’ musaceae clones

Orquídea G. Pérez Chacín¹; Iselen E. Trujillo Díaz^{1*} y Morela M. Fuchs Delgado²

¹Centro de Estudios para el Desarrollo Agroecológico Tropical (CEDAT). Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT). Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR). ²Unidad de Biotecnología. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP). *Correo electrónico: iselen03@yahoo.com.

RESUMEN

Los fenoles son compuestos fitoquímicos que pertenecen al metabolismo secundario de las plantas. En las musáceas, juegan un papel muy importante en el mantenimiento de la planta ante el estrés ocasionado por deficiencia de nutrientes o ataques de microorganismos. Igualmente, se le han atribuido propiedades medicinales en diversas afecciones de la salud, donde se les ha señalado para tratar desordenes cardiovasculares, prevención y tratamiento de algunos tipos de cáncer, problemas gastrointestinales, e infecciones y contracturas musculares. El objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de fenoles en hojas y pseudotallos de los cultivares ‘Pineo Gigante’ (*Musa* AAA) y ‘Cambur Manzano’ (*Musa* AAB) desarrollados en condiciones *in vivo*, y hojas *in vitro* tanto a nivel cualitativo como a nivel cuantitativo. Los resultados cualitativos manifestados por cambios de coloración, indican que el ‘Cambur Manzano’ tiene mayor cantidad de fenoles en comparación con el ‘Pineo Gigante’. En cuanto a los cultivares *in vitro* e *in vivo* a nivel cuantitativo, se encontró que el contenido de fenoles en ‘Cambur Manzano’ es mayor comparado con el ‘Pineo Gigante’. Igualmente, se pudo constatar que los cultivares *in vitro* tienen mayor cantidad de fenoles en comparación con los evaluados *in vivo*. Los resultados señalados anteriormente, podrían ser de gran utilidad para la obtención de extractos fenólicos, que pueden ser utilizados con diferentes fines.

Palabras clave: *Musa* AAA, *Musa* AAB, extractos fenólicos.

ABSTRACT

Phenols are phytochemicals compounds belonging to the secondary metabolism of plants. In *Musa*, is important role in the maintenance of the plant due to stress caused by nutrient deficiency or microorganisms attacks). Similarly, they were attributed medicinal properties in various health conditions, relating this fact to their phenol composition, which has appointed them to treat cardiovascular disorders, prevention and treatment of some cancers, gastrointestinal problems, and infections and muscle contractures. The objective of this research was to determine the phenol content in leaves of the cultivars ‘Pineo Gigante’ (*Musa* AAA) and ‘Cambur Manzano’ (*Musa* AAB), developed under *in vivo* conditions (leaf and pseudostem) and *in vitro* (leaves) both qualitatively and quantitatively. The qualitative results expressed by color changes indicate that the ‘Cambur Manzano’ has a higher amount of phenols in comparison to the ‘Pineo Gigante’. Regarding cultivars *in vitro* and *in vivo* quantitative level, it was found that the ‘Cambur Manzano’ is higher compared to the ‘Pineo Gigante’. Similarly, it was found that *in vitro* cultivars have a higher amount of phenols compared to those evaluated *in vivo*. The results obtained would be very useful for obtaining phenolic extracts, which can be used for different purposes.

Key words: *Musa* AAA, *Musa* AAB, phenolic extracts.

INTRODUCCIÓN

Los polifenoles, son un conjunto heterogéneo de moléculas con actividad antioxidante que incluye a los fenoles ácidos y flavonoides (Drago *et al.*, 2006). Se encuentran en ciertos órganos de las plantas o bien pueden ser formados en respuesta al ingreso del patógeno (Nicholson, 1990). Estos son productos del metabolismo secundario de la planta y su biosíntesis se realiza en situaciones de estrés, ocasionado por deficiencia de nutrientes o por el ataque de microorganismos (Florio, 1997; Domingo y López, 2003).

En las plantas, los fenoles pueden participar en la asimilación de nutrientes, la síntesis proteica, la actividad enzimática, la fotosíntesis, la formación de componentes estructurales y procesos alelopáticos (Paladino, 2008); y especialmente en la defensa ante la presencia de patógenos. En el caso particular de las musáceas, el fenotipo de resistencia parcial parece estar ligado a la acumulación de compuestos fenólicos especializados que se almacenan en las células del parénquima (Torres *et al.*, 2009).

En los seres humanos, los fenoles actúan como antisépticos, desinfectantes y anestésicos locales (Bailey y Bailey, 1998). La actividad antioxidante de los fenoles es el origen de funciones biológicas tales como la antimutagénica, anticancerígena y antienvjecimiento (Velioglu *et al.*, 1998; Proestos *et al.*, 2005). También, inhiben la acción de agentes mutágenos, estimulando la actividad de la enzima fenolsutransferasa, implicada en la detoxificación de compuestos metabólicos potencialmente tóxicos, y poseen actividad bactericida. Además, previenen la agregación plaquetaria e inducen a la relajación muscular, permitiendo inhibir los síntomas alérgicos (Drago *et al.*, 2006).

De acuerdo a estudios preliminares, las musáceas son ampliamente utilizadas en problemas digestivos, debido a que tiene sustancias similares a la mucosa gástrica, las cuales normalizan el funcionamiento del estómago (Castañeda *et al.*, 1995; Albornoz, 1997; Martínez *et al.*, 1999; Devouard, 2001; Vásquez *et al.*, 2008). De igual manera, el jugo extraído del pseudotallo del 'Cambur Manzano' (*Musa* AAB), ha sido utilizado como agente citostático para retrasar el proceso de

proliferación de células cancerígenas (Albornoz, 1997).

Con referencia a lo anteriormente señalado, es importante destacar que diferentes partes del banano (frutos, hojas, pulpa), han sido empleados para el tratamiento de úlceras, identificándose a taninos y fenoles como componentes principales en dicha acción terapéutica (Pérez *et al.*, 2002).

Debido a la importancia de los fenoles en diversos procesos asociados al metabolismo vegetal y a su acción en diferentes afecciones de salud en el ser humano, el objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de fenoles en plantas de 'Pineo Gigante' (*Musa* AAA) y 'Cambur Manzano' (*Musa* AAB), desarrolladas en condiciones *in vivo* e *in vitro*, datos que pueden ser útiles en procesos de mejoramiento genético en musáceas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizaron los cultivares de musáceas 'Pineo Gigante' y 'Cambur Manzano' *in vivo*, donados por el banco de germoplasma del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Aragua.

De igual manera se usaron los mismos cultivares obtenidos a través de procesos de propagación *in vitro* en el Laboratorio de Biotecnología Agrícola del Centro de Estudios para el Desarrollo Agroecológico Tropical (CEDAT), adscrito al Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT), perteneciente a la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR); y en la Unidad de Biotecnología Vegetal del INIA-CENIAP, estado Aragua.

Las plantas utilizadas para los análisis químicos *in vivo* presentaron una edad de 6 meses contados a partir de la siembra. Los análisis químicos de las vitroplantas, se realizaron cuando estaban en la fase de enraizamiento.

Determinación de fenoles

Se emplearon métodos cualitativos y cuantitativos para la determinación de fenoles existentes en hojas y pseudotallos de los cultivares, donde se utilizaron tres réplicas por análisis (Figuras 1 y 2).

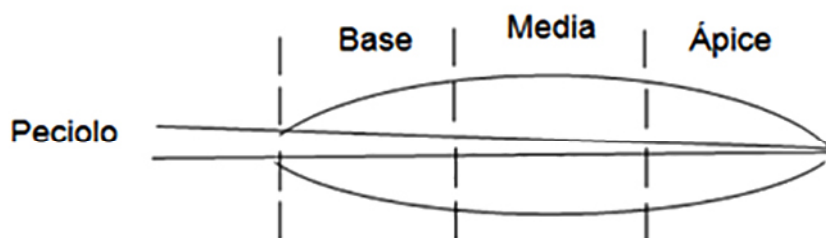


Figura 1. Representación gráfica de los segmentos de la hoja evaluados *in vivo* en los clones ‘Cambur Manzano’ (*Musa* AAB) y ‘Pineo Gigante’ (*Musa* AAA).

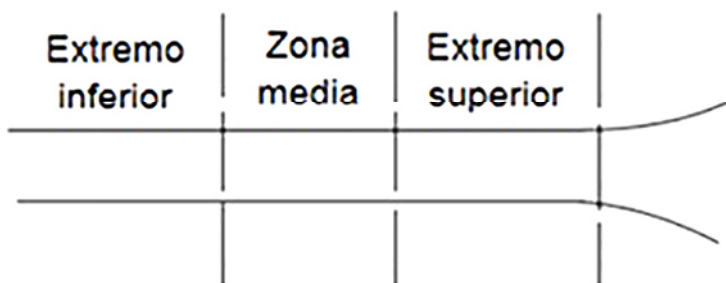


Figura 2. Representación gráfica de los segmentos del pseudotallo evaluados *in vivo* en los clones ‘Cambur Manzano’ (*Musa* AAB) y ‘Pineo Gigante’ (*Musa* AAA).

Para las pruebas cuantitativas, se seleccionaron muestras *in vitro* de la hoja completa del ‘Cambur Manzano’ y ‘Pineo Gigante’ con la finalidad de tener un parámetro de comparación en ambas condiciones.

Determinación de fenoles a nivel cualitativo

La determinación de fenoles se realizó en muestras de hojas y pseudotallo *in vivo* y en hojas *in vitro* de los cultivares ‘Pineo Gigante’ y ‘Cambur Manzano’, respectivamente.

Se utilizó el método de Galindo *et al.* (1989) modificado, para tener un aproximado de la cantidad de fenoles de los segmentos de clones seleccionados, de acuerdo a los cambios de coloración de las muestras; y para la determinación del tipo de fenoles, se empleó la clasificación según Hinojosa *et al.* (2012), que describe los cambios de coloración y el tipo de compuesto (Cuadro 1).

Para la preparación y extracción de los fenoles contenidos en la muestra de los cultivares seleccionados, se utilizó un mortero donde se maceraron los segmentos de la planta con nitrógeno líquido, se pesaron 5 g de muestra, se añadieron 15 ml de éter de petróleo, se agregaron 15 ml de metanol, y finalmente la muestra fue filtrada empleando papel de filtro N° 3, en un embudo de separación. El líquido se dejó reposar, obteniéndose dos capas, se procedió a extraer la capa inferior correspondiente a la fracción metanólica y se colocó la muestra en un eppendorf, preservándolas congeladas hasta realizar las pruebas colorimétricas. Para detectar fenoles en la muestra, se agregaron gotas obtenidas de la extracción metanólica en un platillo de prueba, en el cual se usaron tres compartimientos que contenían gotas de: cloruro férrico (FeCl_3) al 0,5 M; cloruro férrico (FeCl_3) al 1 %; y agua destilada, respectivamente.

Cuadro 1. Caracterización de fenoles basándose en la coloración de la muestra (Hinojosa *et al.*, 2012).

| Cambio de coloración | Tipos de fenoles |
|--------------------------|--|
| Sin cambio de coloración | Ausencia de fenoles. |
| Azul oscuro | Presencia de fenoles o taninos pirogálicos. |
| Verde oscuro | Presencia de fenoles o taninos de tipo catecol (flavonoides o taninos concentrados). |

Determinación de fenoles a nivel cuantitativo

La determinación de fenoles a nivel cuantitativo, se realizó en hojas y en pseudotallo *in vivo*, y solo en hojas *in vitro* de los cultivares 'Pineo Gigante' y 'Cambur Manzano' utilizando la metodología de Hernández *et al.* (2002), la cual consistió en macerar en un mortero las muestras frescas, y posteriormente secarlas en estufa a 60 °C por 72 horas. Al material seco, se le agregó metanol al 50%, en una proporción 1:5 peso/volumen. Se colocó en un agitador orbital por 1 hora a 200 rpm, se filtró la muestra y se colocó en tubos eppendorf. Posteriormente, se guardó en el congelador a -20 °C hasta realizar la determinación, utilizando para ello una curva patrón de ácido tánico; y expresándose las concentraciones en mg ml⁻¹ (AOAC, 1995).

También, se empleó el método Folin Ciocalteu, modificado por Waterman y Mole, según Hernández *et al.* (2002), en el cual se extrajo 100 µl de la fracción metanólica de la muestra y se colocó en un tubo falcon de capacidad 14 ml. Al mismo, se le agregaron 7,5 ml de agua destilada, se añadió 0,5 ml del reactivo Folin – Ciocalteu a 1 N, y a partir del minuto 1 hasta máximo 8 minutos se agregaron 1,5 ml de solución de carbonato de sodio (Na₂CO₃) al 20%. Se aforó a 10 ml con agua destilada y se dejó reposar durante dos horas, midiéndose la densidad óptica de cada una de las muestras con el espectrofotómetro, a una longitud de onda de 760 nm. Se realizaron dos réplicas por determinación.

Análisis estadístico

En el análisis estadístico de los datos obtenidos en la determinación cuantitativa de fenoles, se emplearon métodos no paramétricos, ya que es una muestra atípica, por tener solo tres

repeticiones, donde el comportamiento de esta variable no tenía una distribución normal. Para este caso, se utilizó la prueba de Kruskal Wallis y U Mann Whitney, con el paquete estadístico SPSS (Pardo y Ruíz, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudios químicos

Determinación de la concentración de fenoles a nivel cualitativo: se realizaron ensayos con muestras *in vivo* de la hoja y el pseudotallo de hijuelos de los cultivares 'Pineo Gigante' y 'Cambur Manzano', para los cuales se observó que el cloruro férrico (FeCl₃) al 1% es la concentración adecuada para ver los cambios de coloración.

En la Figura 3, se observan los cambios de coloración en cada zona de la hoja, de acuerdo a la concentración de fenoles *in vivo*. En este caso, las coloraciones correspondiente al ápice de las hojas del 'Pineo Gigante' y 'Cambur Manzano' fueron de verde oscuro, mientras que en la zona media de la hoja fue de verde más claro para ambos cultivares, y en la base y el peciolo fue de menor coloración, lo cual está directamente relacionado con la concentración de fenoles de cada una de los segmentos de las hojas.

Al comparar los cultivares Pineo Gigante y Cambur Manzano, solo se observaron diferencias en la zona apical y zona media, resultando en ambos casos coloraciones más oscuras para 'Cambur Manzano'.

En la Figura 4, se puede apreciar que todas las muestras presentaron coloración verde claro; sin embargo, es importante destacar que en el extremo superior del pseudotallo, la coloración es un poco más oscura para 'Cambur Manzano',

por lo cual, existe la posibilidad de que esa área tenga una mayor concentración de fenoles.

En el Cuadro 2, se muestra una representación gráfica de los resultados de la determinación cualitativa de los fenoles, en las diferentes muestras correspondientes a los segmentos seleccionados de ‘Pineo Gigante’ y ‘Cambur Manzano’ en plantas *in vivo*.

Para ‘Pineo Gigante’, se observa que la proporción correspondiente al ápice de la hoja, tiene mayor cantidad de fenoles, en comparación con las muestras representadas por la zona media, base y peciolo, lo cual puede

determinarse por la coloración verde claro y amarillo que tienen estas últimas.

En el cultivar ‘Cambur Manzano’, se aprecia que las muestras correspondientes al ápice y a la zona media, presentaron coloración verde oscuro en comparación con la proporción representada por la base, el peciolo y los segmentos del pseudotallo. Por lo tanto, se concluye que el ápice y la zona media, poseen mayor cantidad de fenoles. En relación a la concentración de fenoles del pseudotallo, se observa una coloración verde claro para todos los segmentos estudiados (Cuadro 2).

| Área \ Reactivo | Hoja | | | | | | | |
|------------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | Ápice | | Media | | Base | | Peciolo | |
| | Cambur manzano | Pineo gigante | Cambur manzano | Pineo gigante | Cambur manzano | Pineo gigante | Cambur manzano | Pineo gigante |
| FeCl ₃ 1% muestra | | | | | | | | |
| Agua destilada | | | | | | | | |

Figura 3. Contenido de fenoles a nivel cualitativo de la hoja en plantas *in vivo* de ‘Cambur Manzano’ (*Musa AAB*) y ‘Pineo Gigante’ (*Musa AAA*) en agua destilada y en concentraciones de FeCl₃ al 1%.

| Área \ Reactivo | Pseudotallo | | | | | |
|------------------------------|------------------|---------------|----------------|---------------|------------------|---------------|
| | Extremo superior | | Zona media | | Extremo inferior | |
| | Cambur manzano | Pineo gigante | Cambur manzano | Pineo gigante | Cambur manzano | Pineo gigante |
| FeCl ₃ 1% muestra | | | | | | |
| Agua destilada | | | | | | |

Figura 4. Contenido de fenoles a nivel cualitativo del pseudotallo *in vivo* de ‘Cambur Manzano’ (*Musa AAB*) y ‘Pineo Gigante’ (*Musa AAA*) en agua destilada y en concentraciones de FeCl₃ al 1%.

Cuadro 2. Representación gráfica de las pruebas fitoquímicas en condición *in vivo* de los cultivares 'Pineo Gigante' (*Musa* AAA) y 'Cambur Manzano' (*Musa* AAB).

| Variedades | Hoja | | | | Pseudotallo | | |
|------------------|--------------|--------------|-------------|----------|------------------|-------------|------------------|
| | Ápice | Media | Base | Peciolo | Extremo inferior | Zona media | Extremo superior |
| 'Pineo Gigante' | Verde oscuro | Verde claro | Amarillo | Amarillo | Verde claro | Verde claro | Verde claro |
| 'Cambur Manzano' | Verde oscuro | Verde oscuro | Verde claro | Amarillo | Verde claro | Verde claro | Verde claro |

Las porciones representadas para la hoja de 'Pineo Gigante' presentaron tonalidades verde oscuro para la zona apical, verde claro para la media, y amarillo para la base y el peciolo; y para el pseudotallo, se observa una coloración verde claro para todos los segmentos estudiados (Cuadro 2).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que el 'Cambur Manzano' tiene mayor contenido de fenoles, ya que las muestras exhibieron coloraciones donde predomina el verde intenso y el verde claro. Por el contrario, en 'Pineo Gigante' se presentaron tonalidades que van desde el verde claro al amarillo, colores indicadores de menor concentración de fenoles.

En el caso de las muestras *in vitro*, se puede apreciar que el 'Cambur Manzano' presenta coloración verde más oscura, lo cual indica una mayor concentración de fenoles en comparación con el 'Pineo Gigante' (Figura 5).

Al respecto, Pasto y Jhonson *et al.* (1981) e Hinojosa *et al.* (2012), señalan que al realizar este tipo de análisis, las coloraciones oscuras indican una fuerte concentración de fenoles; las correspondientes al verde claro indican la presencia de fenoles o taninos de tipo catecol (flavonoides o taninos concentrados) y las amarillas, ausencia de fenoles.

Determinación de fenoles a nivel cuantitativo: en los estudios químicos de la investigación realizada, se compararon las cantidades de fenoles que hay en cada clon de acuerdo a su condición *in vivo* e *in vitro*, y también a las partes

de cada una de las plantas seleccionadas para dicho análisis.

La Figura 6 muestra la concentración de fenoles en los clones seleccionados. Se observa que la cantidad de fenoles fue significativamente mayor en los cultivares en condición *in vitro* ($57,93 \text{ mg ml}^{-1} \pm 16,27$) en comparación con los que se encontraban *in vivo* ($12,59 \text{ mg ml}^{-1} \pm 3,62$; U Mann – Whitney = 0,000; N = 52; P = 0,005).

En las muestras *in vitro* de ambos cultivares, se encontró que el contenido de fenoles es mayor para 'Cambur Manzano' ($63,38 \text{ mg ml}^{-1} \pm 7,51$) comparado con el clon 'Pineo Gigante' ($52,48 \text{ mg ml}^{-1} \pm 6,91$). Sin embargo, las diferencias observadas resultaron no ser significativas (U Mann-Whitney = 8,00; N = 10; P = 0,42).

Al respecto, es importante señalar, que el proceso de fenolización, y por ende la concentración de fenoles en los mismos, está íntimamente relacionado con el genotipo de la planta (Jiménez, 1997; Chavarría y López *et al.*, 2010).

En relación a las muestras *in vivo*, se encontró que el contenido de fenoles en 'Cambur Manzano' ($22,46 \text{ mg ml}^{-1} \pm 21,78$) es mayor comparado con el 'Pineo Gigante' ($20,15 \text{ mg ml}^{-1} \pm 3,42$); aun cuando las diferencias no son estadísticamente significativas (U Mann-Whitney = 215,50; N = 42; P = 0,90).

En la Figura 7, se observa que la concentración de fenoles en el ápice de la hoja del cultivar 'Pineo Gigante' ($17,70 \text{ mg ml}^{-1} \pm 2,72$) es mayor que en el resto de las zonas representadas en las hojas y el pseudotallo (U Mann Whitney = 1; N = 21; P = 0,009).

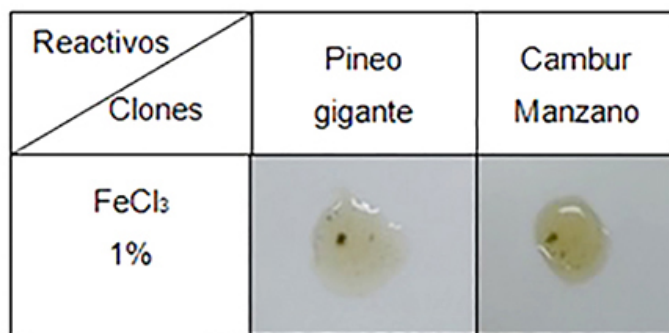


Figura 5. Contenido de fenoles en hojas de vitroplantas de los cultivares ‘Pineo Gigante’ (*Musa AAA*) y ‘Cambur Manzano’ (*Musa AAB*).

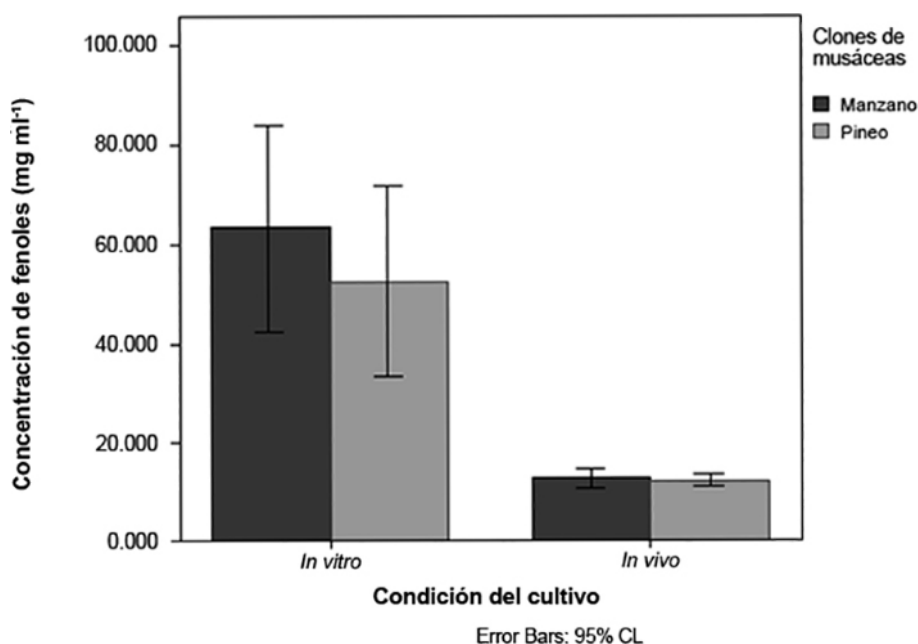


Figura 6. Concentración de fenoles en los clones ‘Pineo Gigante’ (*Musa AAA*) y ‘Cambur Manzano’ (*Musa AAB*) en condiciones *in vivo* e *in vitro*, utilizando la metodología Hernández *et al.* (2002).

Al agrupar los datos presentados en la Figura 8, se obtiene que el contenido de fenoles de los segmentos representados por la hoja de ‘Cambur Manzano’ presenta un contenido mayor de fenoles ($14,98 \text{ mg ml}^{-1} \pm 3,92$) en comparación con las estructuras del pseudotallo ($9,71 \text{ mg ml}^{-1} \pm 2,71$), siendo ésta una diferencia significativa (U Mann-Whitney = 12,0; N = 21; P = 0,02).

Relacionado con este aspecto, Veitia (1999) afirma que las plantas en campo, en su mayoría tienden a sintetizar compuestos fenólicos de tipo

flavonoides, principalmente en hojas y raíces para protegerse de los ataques de patógenos externos.

Por otro lado, en plantas que se cultivan en condiciones *in vitro*, el estrés tiende a ser mucho mayor en comparación con las de campo, ya que se somete al explante a una serie de pretratamientos que tienden a debilitar el tejido, lo cual provoca la síntesis de compuestos fenólicos que se manifiestan por el oscurecimiento de la vitroplanta (Álvaro, 2009).

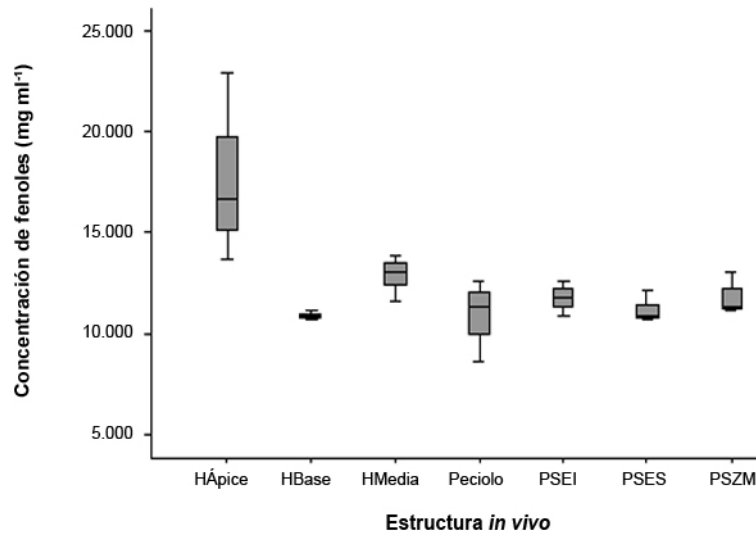


Figura 7. Concentración de fenoles de 'Pineo Gigante' (*Musa AAA*) en condiciones *in vivo* en diferentes partes de la planta, utilizando la metodología Hernández *et al.* (2002). HÁpice=Apice, HBase=Base, HMedia=Zona media, Peciolo=Peciolo, PSEI=Extremo inferior del pseudotallo, PSES=Extremo superior del pseudotallo, PSZM=Zona media del pseudotallo. Diferencias significativas (Kruskall - Wallis=12,23; N=21; G L=1, P=0,06 > 0,05).

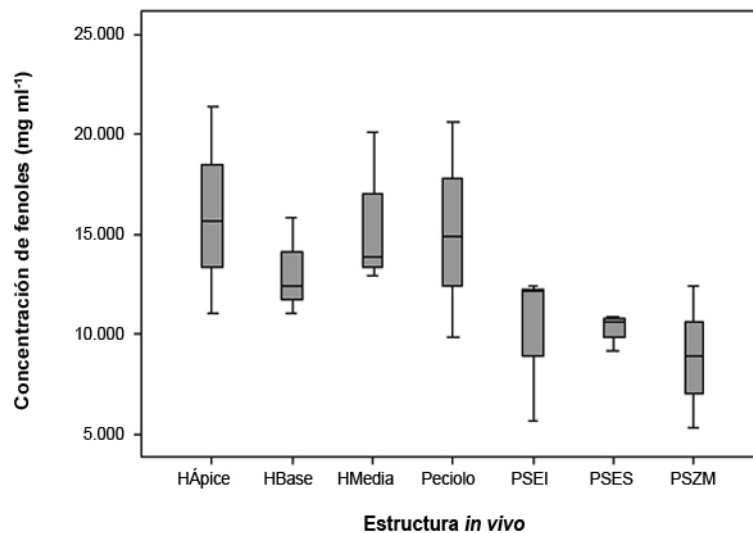


Figura 8. Comparación de la concentración de fenoles de 'Cambur Manzano' (*Musa AAB*) en condiciones *in vivo* de cada parte de la planta, utilizando la metodología Hernández *et al.* (2002). HÁpice=Apice, HBase=Base, HMedia=Zona media, Peciolo=Peciolo, PSEI=Extremo inferior del pseudotallo, PSES=Extremo superior del pseudotallo, PSZM=Zona media del pseudotallo. Las diferentes estructuras de las plantas *in vivo* si difieren en su contenido de fenoles. Diferencias significativas (Kruskall - Wallis=8,93; N=21; G L=1; P=0,03 < 0,05).

CONCLUSIONES

A nivel cuantitativo y cualitativo, las concentraciones de fenoles en condiciones *in vitro* son mayores en comparación con las muestras *in vivo*. Por otro lado, en plantas *in vivo* se determinó que la zona apical y media de la hoja son las que poseen una mayor acumulación de compuestos fenólicos. Los resultados señalados anteriormente, son de gran utilidad para la obtención de extractos fenólicos, que pueden ser utilizados con diferentes fines.

En relación a los cultivares estudiados, los resultados indican que 'Cambur Manzano' tanto *in vivo* como *in vitro* posee una mayor cantidad de fenoles, lo que podría ser de utilidad en estudios relativos a la tolerancia ante el ataque de patógenos, y su posible empleo con aplicaciones terapéuticas.

Los resultados obtenidos en la investigación, revisten gran importancia para procesos de mejoramiento en musáceas, ya que los fenoles además de cumplir un papel primordial en los mecanismos de defensa constitutivos que operan en forma constante en la planta, también pueden ser usados en aplicaciones terapéuticas, por lo cual, es importante continuar realizando investigaciones en ésta área, a fin de aplicarlas en procesos de mejoramiento a futuro.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT) y al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) por su apoyo en la ejecución de esta investigación.

LITERATURA CITADA

Albornoz, A. 1997. Medicina tradicional herbaria. Editado por Instituto Farmacoterápico Latino S.A. Caracas, Venezuela. 431 p.

Álvaro, A. 2009. Problemas de oxidación y oscurecimiento de explantes cultivados *in vitro*. *Agronomía Mesoamericana*. 20(1): 153-175. Disponible en línea: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v20n01_153.pdf [Ene. 20, 2014].

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis of AOAC

International. Food Chemistry. 34(2):823-826.

Bailey, P. y C. Bailey. 1998. *Química orgánica: conceptos y aplicaciones*. 5ta edición. Editorial Pearson Education. 267 p.

Castañeda, B., R. Manrique y L. Ibañez. 1995. Estudio fitoquímico y farmacológico de plantas con efectos hipolipemiente. *Acta médica Sanmartiniana*. 1(1):104-111. Disponible en línea: http://www.medicina.usmp.edu.pe/actamedica/2012_I/Art1_Vol1_N20.pdf [Ene. 15, 2014].

Chavarría, D. y G. López. 2010. Micropropagación de ápices caulinares en plátano (*Musa* spp. AAB) cultivar Cuerno Gigante. Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero agrónomo generalista. Departamento de producción vegetal. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Disponible en línea: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf02c512m.pdf> [Ene. 16, 2014].

Devouard, A. 2001. "Muchos usos de *Musa*". Red Internacional para el mejoramiento del Banano y Plátano. INIBAP. Montpellier, Francia. 105 p.

Domingo, D. y M. López. 2003. Plantas con acción antimicrobiana. *Revista Esp. Quimioterap*. 16(4):385-393. Disponible en línea: <http://www.seq.es/seq/0214-3429/16/4/385.pdf> [Ene. 20, 2012].

Drago, M., M. López y T. Sainz. 2006. Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*. 37(4):58-68. Disponible en línea: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/579/57937408.pdf> [Ene. 15, 2012].

Florio, A. 1997. Estudio comparativo de la composición fenólica de clones de *Musa acuminata* de diferente ploidía. Trabajo de grado para optar el título de licenciado de Biología. Universidad Simón Bolívar. 96 p.

Galindo, W., M. Rosales, E. Murgueitio y J. Larrahondo. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarratón. *Livestock research*

- for rural development. 1(1). Disponible en línea: <http://www.lrrd.org/lrrd1/1/mauricio.htm> [Mar. 02, 2012].
- Hernández, E., M. Soto, J. Rodríguez y T. Colinas. 2002. Contenido de fenoles y actividad enzimática asociados con el daño provocado por cenicilla en hojas de durazno. *Revista fitotecnia mexicana*. 25(2):153-159 Disponible en línea: <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/25-2/5a.pdf> [Mar. 03, 2012].
- Hinojosa, J., M. Gutiérrez, F. Siller, A. Rodríguez, J. Morales, P. Guerrero y C. Del Toro. 2012. Screening fitoquímico y capacidad antiinflamatoria de hojas de *Tithonia tubaeformis*. *Revista de ciencias biológicas y de la salud*. 15(2):53-60. Disponible en línea: <http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/23-Articulo%209%20Biotecnia%20XV%202.pdf> [Ene. 16, 2014].
- Jiménez, G. 1997. Conferencias del Curso Internacional de Propagación *in vitro* de especies vegetales. Instituto de Biotecnología para las Plantas (IBP), Santa Clara, Cuba. pp. 127-134.
- Martínez, G., R. Pargas, y E. Manzanilla. 1999. Los mil y un usos de las musáceas y plantas afines. FONAIAP Divulga. N° 62. Disponible en línea: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd62/musa.html [Mar. 03, 2012].
- Nicholson, R. 1990. La bioquímica de resistencia a las enfermedades de las plantas, un desafío para la biotecnología y fitopatología. CENICAFE. Chinchiná Colombia. pp. 204-206. Disponible en línea: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CAFE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mnf=009641> [Ene. 15, 2014].
- Paladino, S. 2008. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos contenidos en las semillas VID (*Vitis vinifera* L.). Trabajo de grado para optar el título de Magister en alimentos. Mención ciencias. Postgrado Regional Cooperativo en Alimentos. Universidades Nacionales de Cuyo, La Rioja, San Juan y San Luis. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. 100 p. Disponible en línea: http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/2627/tesispaladino.pdf [Ene. 15, 2012].
- Pardo, A. y M. Ruíz. 2005. Análisis de datos con SPSS 13 Base. Editorial Mc Graw Hill. Madrid, España. 620 p.
- Pasto, D. y C. Jhonson. 1981. Determinación de estructuras orgánicas. Editorial Reverté. 1era edición. Madrid, España. 416 p.
- Pérez, M. R., C. C. Rodríguez, G. Martínez y D. Horta. 2002. Efecto antiinflamatorio del extracto de *Musa paradisiaca* L. (Acitan®) Laboratorios Biológicos Farmacéuticos (LABIOFAM). Habana, Cuba. 1 p. Disponible en línea: <http://www.labiofam.cu/UserFiles/File/productos/antitumorales/acitan.pdf> [Dic. 12, 2010].
- Proestos, C., N. Chorianopoulos, G. J. E. Nychas and M. Komaitis. 2005. RP- HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts. Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *J. Agric. Food Chem.* 53:1190-1195.
- Torres, J., H. A. Rodríguez, E. Rodríguez y R. Arango. 2009. Aspectos bioquímicos de la resistencia del banano *Musa acuminata* al ataque del hongo *Mycosphaerella fijiensis*. *Revista Tumbaga*. 4:85-96.
- Vásquez, R., L. Ruesga, R. D'Addosio, G. Páez y M. Marín. 2008. Extracción de pectina a partir de la cáscara de plátano (*Musa AAB*, subgrupo plátano) clon Hartón. *Revista de Facultad de Agronomía. (LUZ)*. 25:318-333. Disponible en línea: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037878182008000200008 [Dic. 12, 2010].
- Veitia, M. 1999. Mecanismos de resistencia de las plantas al ataque de patógenos. Postgrado de Fitopatología. Universidad Agraria de la Habana (UNAH). Cuba. 7 p.
- Velioglu, Y. S., G. Mazza, L. Gao and B. D. Oomah. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. *J. Agric. Food Chem.* 46:4113-4117.