

Técnicas de mejoramiento genético aplicadas a las musáceas comestibles

by Sunshine Florio de Real - lunes, agosto 08, 2011

https://vinculando.org/empresas/mejoramiento_genetico_aplicadas_musaceas_comestibles.html

1.- Introducción

El género *Musa* pertenece a la sección Eumusa (especies comestibles), familia Musaceae, orden Zingiberales y han alcanzado gran difusión en las zonas tropicales y subtropicales del mundo, donde constituyen un elemento básico en la dieta de las diferentes poblaciones (Simmonds y Weatherup, 1990; Escalant y Teisson, 1993; Hirimburegama y Gamage, 1997, Vuylsteke et al., 1998; De Langhe, 2000).

Las musáceas comestibles se originaron en Asia y el Pacífico, por mutaciones y/o cruces interespecíficos de las especies seminíferas silvestres *Musa acuminata* Colla (genoma A) y *Musa balbisiana* Colla (genoma B); dando como resultado las siguientes combinaciones: diploides (AA, BB y AB), triploides (AAA, AAB, ABB y BBB) y tetraploides (AAAA, AAAB, AABB y ABBB) (Simmonds y Shepherd, 1955; Robinson, 1996; Sasson, 1997; Menezes et al., 1998; Dantas et al., 1999).

2.- Técnicas de mejoramiento genético aplicadas a las musáceas comestibles

2.1.- Historia del mejoramiento genético de las musáceas comestibles

La selección y mejoramiento de las musáceas comestibles, se inició en Jamaica con la fundación del Colegio Imperial de Agricultura Tropical (I.C.T.A.) en el año de 1922. El objetivo principal del programa de mejoramiento fue producir un banano con todo lo bueno del cultivar 'Gros Michel', pero resistente a la enfermedad mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense). Sin embargo, en el año de 1930 la sigatoka empezó a ser una enfermedad de importancia económica, y por ello se consideró como otro objetivo para lograr resistencia en los materiales (Shepherd, 1974; Dantas et al., 1999).

En Cuba, se iniciaron los trabajos de mejoramiento de musáceas comestibles en el año de 1971 y a partir de 1976, se comenzó una colecta de germoplasma de banano en el continente asiático, con el objetivo de establecer un sistema de hibridación para el mejoramiento del cultivo. En el período comprendido entre 1982 y 1991, se produjeron los primeros híbridos de banano y de clones ABB (topochos), resistentes a *Fusarium oxysporum*, a través del uso de la biotecnología (Rodríguez y Ventura, 1992).

La Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y el Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF), iniciaron un programa de mejoramiento en el año de 1982 en Bahía (Brasil), con el objetivo de obtener variedades resistentes a plagas y enfermedades (Menezes et al., 1998; Lameira et al., 2000).

2.2.- La hibridación como técnica de mejoramiento convencional

Las primeras hibridaciones en musáceas comestibles, se efectuaron en Jamaica y Trinidad durante la década de 1920, haciendo uso del germoplasma recolectado en Asia y África. Para el caso del banano 'Gros Michel', este fue cruzado como progenitor hembra con especies silvestres de *Musa acuminata* subespecie malaccensis. La progenie resultó resistente al mal de Panamá y a la sigatoka, pero la forma del racimo presentaba caracteres indeseables del progenitor masculino (FHIA, 1999).

2.3.- El cultivo *in vitro* como técnica biotecnológica para la obtención de mutaciones espontáneas y/o inducidas:

La utilización de la técnica de cultivo de tejidos en la micropropagación de las musáceas comestibles, ha permitido la producción masiva de plantas sanas, libres de hongos, nemátodos y bacterias, la multiplicación rápida de genotipos importantes, la unificación de las plantaciones, la conservación de colecciones y el intercambio nacional e internacional de germoplasma (García et al., 1998; Martínez et al., 1999; Trujillo et al., 1999).

Existen diferentes métodos de cultivo utilizados en la micropropagación de las musáceas comestibles, entre los cuales cabe destacar:

2.3.1.- Cultivo de ápices caulinares (meristemas):

A través de esta técnica se producen plántulas asépticas, las cuales se originan de brotes axilares aislados del ápice vegetativo (Cote et al., 1999). El ápice se cultiva en un recipiente que contiene un medio nutritivo artificial, se mantiene bajo condiciones controladas y es inducido a producir brotes adventicios por eliminación de la dominancia apical y el uso adecuado de reguladores de crecimiento (Thorpe y Harry, 1997).

2.3.2.- Cultivo de embriones:

La embriogénesis somática en estas plantas ha sido orientada al mejoramiento genético y la propagación masiva, para evaluar la posibilidad de obtención de semillas sintéticas. Para la iniciación de los cultivos embriogénicos se han empleado diferentes partes de la planta, como explantes: inflorescencias (flores masculinas y femeninas inmaduras), bases de las hojas jóvenes, fragmentos del rizoma (cormo) sin primordios meristemáticos, secciones de frutos, ápices florales y microcormos de plantas *in vitro* (Grapin et al., 1998; Schoofs et al., 1999; Trujillo y García, 1999).

2.3.3.- Cultivo de polen y anteras:

Perea (1998), señaló que se ha estudiado la viabilidad y la germinación *in vitro* de polen de *Musa balbisiana*: 'Tani' (BB); *Musa acuminata*: 'Malascensis pahang' (AA) y 'Pelipita parrenque' (ABB) (Figura 2). Los explantes fueron transferidos a un medio de regeneración y posteriormente se les realizó un conteo cromosómico mediante el uso de algunos métodos citológicos.

2.3.4.- Cultivo de protoplastos:

El cultivo de células en suspensión corresponde al cultivo de células que no están diferenciadas ni organizadas en forma de tejidos. Las mismas se encuentran "suspendidas" en un medio líquido, donde se mantienen y dividen constantemente. De estas suspensiones se originan embriones somáticos que son aislados y transferidos a medios de germinación sólidos, con una eficiencia en la recuperación de plantas completas de un 20 a 36 % (Thorpe y Harry, 1997).

2.4.- Ingeniería genética:

Actualmente, en el área de ingeniería genética se han desarrollado tres sistemas para la obtención de musáceas comestibles transgénicas: a) Introducción de ADN en protoplastos obtenidos a partir suspensiones de células por medio de electroporación (Sagi y Swennen, 1995); b) Transformación de suspensiones de células embriogénicas mediante el bombardeo de micropartículas (Becker et al., 1999) y c) Incorporación de genes mediante infección

con *Agrobacterium* de tejidos de ápices caulinares (Pérez et al., 1999).

De los sistemas anteriores, el bombardeo de micropartículas a suspensiones de células se ha probado como el mejor método para la obtención de estas plantas transgénicas (Becker et al., 1999). Sin embargo, Pérez et al. (1999) obtuvieron buenos resultados con el uso de *Agrobacterium*. Esto reafirma que estas dos técnicas de transformación genética son las más exitosas.

2.5.- Principales logros obtenidos a través del mejoramiento genético:

- a. Desarrollo de resistencia a hongos (*Mycosphaerella fijiensis* y *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense)
- b. Resistencia a nemátodos
- c. Resistencia a virus (BBTV)
- d. Conservación de germoplasma

2.6.- Principales limitaciones:

- a. Variación somaclonal
- b. Propagación de enfermedades
- c. Oxidación
- d. Alta inversión de capital

3.- Conclusiones

El mejoramiento genético de las musáceas comestibles, ya sea convencional y/o a través del cultivo de tejido y la ingeniería genética, ha sido realizado por distintas entidades como la United Fruit Company, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA, Nigeria), el Departamento de Agricultura de Jamaica, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Brasil), entre otras.

Los cultivares de musáceas comestibles utilizados comercialmente, no han sido producto de ninguno de estos programas de mejoramiento convencional (hibridación), sino que han surgido de la domesticación; clonación de plantas silvestres recolectadas y mutaciones espontáneas o inducidas. Estos materiales no producen semillas, es decir, son estériles partenocárpicos; por lo tanto su propagación es asexual o vegetativa.

La mayor parte de los esfuerzos de investigación en cultivo de tejidos y transformación genética en el género *Musa*, han procurado mejorar la calidad de la fruta, la condición de enanismo de la planta para contrarrestar su volcamiento y la resistencia del germoplasma a múltiples enfermedades; cuyo control exige hoy a los científicos soluciones inmediatas. Para ello, se cuenta con las técnicas de cultivo *in vitro*, las cuales están dirigidas al mejoramiento genético y sanitario de los diversos cultivares de musáceas comestibles.

Notas:

Para contactar a los autores puede escribir a: asesoria.agronomica@gmail.com

Literatura citada

1. Becker D., B. Dudgale., M. Smith y R. Harding. 1999. Genetic transformation of Cavendish banana (*Musa* spp. AAA) group c.v. Grand Nain via microprojectile bombardment. In: May, G. (ed.). The International Symposium on the Molecular and Cellular Biology of Banana. Boyce Thompson Institute for Plant Research Inc. New York. p. 39 – 46.

2. Belalcázar, O. 2000. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. VII Congreso Nacional de Frutales. San Cristóbal, Venezuela. pp: 35 - 42.
3. Bernadett, O. 2000. Avances en la morfogénesis in vitro de trinitaria (*Boungainvillea glabra*) cvs 'Glabra' y 'Sanderiana Variegata'. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay, Venezuela. 77 p.
4. Burrows, P. y D. de Waele. 1996. Engineering resistance against plant parasitic nematode using anti-nematode genes. IACR. Rothamsted, Laboratory of Tropical Crop Improvement. Leuven, Bélgica. 16 p.
5. Côte, F., M. Folliot., R. Domergue y C. Dubois. 1999. Field performance of embryogenic cell suspension derived banana plants (*Musa* AAA, c.v. Grand Nain). In: May, G. (ed.). The International Symposium on the Molecular and Cellular Biology of Banana. Boyce Thompson Institute for Plant Research Inc. New York, EEUU. pp: 30 - 38.
6. Côte, F., M. Folliot., R. Domergue y C. Dubois. 2000. Field performance of embryogenic cell suspension-derived banana plants (*Musa* AAA, cv. Grande naine). *Euphytica* 112: 245 - 251.
7. Cullis, C. y K. Kunert. 2000. Isolation of tissue culture-induced polymorphisms in bananas by representational difference analysis. *Acta Horticulturae* 530: 421- 428.
8. 8.- Daniells, J. 2000. ¿Qué variedad de banano debo cultivar?. *InfoMusa* 9(1): 31 – 33.
9. 9.- Dantas, J., K. Shepherd., S. De Oliveira., A. da Silva., E. Alves., Z. Maciel y W. Soares. 1999. Citogenética e Melhoramento Genético. In: Alves, E. (ed.). A cultura da Banana. Aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. 2º edição revisada. Brasília, Brasil. pp: 107 - 150.
10. 10.- Dantas, J., K. Shepherd., W. Soares., Z. Cordeiro., S. Silva y A. Souza. 1993. Citogenética e melhoramento genético da bananeira (*Musa* spp.). EMBRAPA-CNPMP. Cruz das Almas, Brasil. 61 p.
11. 11.- Daquinta, M., Y. Lezcano., M. Escalona y R. Santos. 2001. Multiplicación in vitro del banano FHIA - 18 con el empleo de paclobutrazol. *InfoMusa* 10(2): 22 – 24.
12. 12.- De Langhe, E. 2000. Diversity in the genus *Musa*: Its significance and its potencial. *Acta Horticulturae* 540: 81 - 88.
13. 13.- Escalant, J. y C. Teisson. 1993. Somatic embryogenesis and cell suspensions in *Musa*. In: International network for the improvement of banana and plantain. INIBAP. Proceedings of the workshop on biotechnology applications for banana and plantain improvement. Montpellier, Francia. pp: 177 - 180.
14. 14.- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 1993. Programa de banano y plátano. La Lima, Honduras. Informe Técnico 1992. 54 p.
15. 15.- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 1994. Programa de banano y plátano. La Lima, Honduras. Informe Técnico 1993. 24 p.
16. 16.- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 1999. Programa de banano y plátano. La Lima, Honduras. Informe Técnico 1998. 32 p.
17. 17.- García, E. de. 2003. La biotecnología en Venezuela, caso *Musa* spp. REDBIO/FAO - Venezuela. "Encuentro de la Red de Biotecnología Agroalimentaria". Caracas, Venezuela. pp: 3 - 4.
18. 18.- García, E. de., I. Trujillo., I. Hardy., L. Hermoso., M. Vidal y C. Giménez. 1998. Mejoramiento genético del género *Musa* mediante la aplicación de Biotecnología Vegetal. *Memorias del Instituto de Biología Experimental*. 1: 157 – 160.
19. 19.- García, E. de., Vidal, M. y Haddad, O. 2001. Características genéticas relacionadas con la resistencia a la sigatoka en *Musa* spp. REDBIO/FAO. IV Encuentro Latinoamericano de Biotecnología Vegetal. Goiania, Brasil. pp: 18 - 23.
20. 20.- Giménez, C., E. García., N. Enrech y B. Isaac. 2001. Somaclonal variation in banana: Cytogenetic and molecular characterization of the somaclonal variant CIEN BTA. *In Vitro Cell. and Dev. Biol. Plant* 37(2): 45 - 50.
21. 21.- Gómez, R. 1998. Embriogénesis somática. In: Pérez, J. (ed.). Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Instituto de Biotecnología de Plantas. Villa Clara, Cuba. pp: 57 - 79.
22. 22.- Gómez, R., T. Gilliard., L. Barranco y M. Reyes. 2000. Embriogénesis somática en medios líquidos. Maduración y aumento de la germinación en el cultivar híbrido FHIA - 18 (AAAB). *InfoMusa* 9(1): 12 – 16.

23. Grapin, A., J. Ortíz., R. Domergue., J. Babeau., S. Monmarson., J. Escalant., C. Teisson y F. Côte. 1998. Obtención de callos embriogénicos, iniciación y regeneración de suspensiones celulares embriogénicas a partir de flores inmaduras masculinas y femeninas de *Musa*. *InfoMusa* 7(1): 13 – 15.
24. Hardy, I. y E. de. García. 1994. Micropropagación de banano (*Musa* AAA) del subgrupo Cavendish. *Phyton* 1: 31- 41.
25. Hermoso, L., H. Lindorf y E. García. 1997. Leaf anatomy of a banana somaclonal (CIEN BTA-03) *Musa* sp. Resistant to the yellow sigatoka. *Anales de Botánica* 4: 63 – 66.
26. Hirimburegama, K. y N. Gamage. 1997. Cultivar specificity with respect to in vitro micropropagation of *Musa* spp. (banana and plantain). *Journal of Horticultural Science* 72(2): 205 - 211.
27. Khalil, S., K. Cheah., E. Perez., D. Gaskill y J. Hu. 2002. Regeneration of banana (*Musa* spp. AAB cv. Dwarf Brazilian) via secondary somatic embryogenesis. *Plant Cell Rep* 20: 1128 - 1134.
28. Lameira, O., O. Lemos., A. Menezes y J. Pinto. 2000. *Cultura de tecidos (Manual)*. EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém, Brasil. 41 p.
29. Macias, M. 2001. Propagación masiva in situ del híbrido de plátano FHIA - 20 utilizando benzilaminopurina. *InfoMusa* 10(1): 3 – 4.
30. Martínez, G., E. Manzanilla y R. Pargas. 1999. Modelo de un sistema de propagación y producción simultánea (SPPS) en musáceas. *Fonaiap Divulga* 64. Octubre - Diciembre. pp: 2 - 6.
31. Martínez, G., J. Hernández y A. Aponte. 2000. Distribución y epidemiología de la sigatoka negra en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela. 50 p.
32. Martínez, G., R. Pargas., E. Manzanilla y D. Muñoz. 1995. El Banco de Germoplasma de Musáceas del CENIAP I. Fuente de diversidad genética. *Fonaiap Divulga* 50. Octubre - Diciembre. pp: 29 - 32.
33. Matsumoto, K. y S. Oka. 1998. Plant regeneration from protoplasts of a brazilian dessert banana (*Musa* spp. AAB group). *Acta Horticulturae* 490: 455 – 467.
34. Matsumoto, K., A. Duarte y S. Oka. 2002. Somatic hybridization by electrofusion of banana protoplasts. *Euphytica* 125: 317 - 324.
35. May, G., R. Afza., H. Mason., A. Wiecko., F. Novak y C. Arntzen. 1995. Generation of transgenic banana (*Musa acuminata*) plants via *Agrobacterium*-mediated transformation. *Bio/Technology (New York.)* 13: 486 – 492.
36. Menezes, A., R. Oliveira., R. Alves., A. Gazel e I. Neto. 1998. Avaliação de cultivares de bananeira na microrregião de Guamá, Pará. EMBRAPA-CPATU. *Boletim de Pesquisa* 199: 18 p.
37. Michelangeli, C. 2000. Biotecnología y producción de plantas transgénicas. *Revista Fundación Inlaca*. 6 (10): 15 - 16.
38. Ortiz, R. y D. Vuylsteke. 1996. Recent advances in *Musa* genetics, breeding and biotechnology. *Plant Breeding Abstracts* 66: 1355 – 1363.
39. Ortiz, J., M. Gómez., N. Vásquez y M. Aguilar. 2002. Transformación genética de banano (cv. Gran Enano) y plátano (cv. Curraré) para introducir resistencia a sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). XV Reunión Internacional Acorbat. Cartagena de Indias, Colombia. pp: 49 - 53.
40. Panis, B. y N. T. Thinh. 2001. Cryoconservación de germoplasma de *Musa*. Guías técnicas INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. 46 p.
41. Panis, B., N. Thinh., K. Van Nimmen., L. Withers y R. Swennen. 1996. Cryopreservation of banana (*Musa* spp.) meristem cultures after preculture on sucrose. *Plant Science* 121: 95 – 106.
42. Perea, M. 1998. Pollen and anther culture in *Musa* spp. *Acta Horticulturae* 490: 415 – 423.
43. Péres, R. y P. Debergh. 1998. Significant applications of biotechnology in tropical and subtropical species. *Acta Horticulturae* 461: 31 - 40.
44. Pérez, J., R. Swennen., V. Galán Saucó y L. Sági. 1999. *Agrobacterium* mediated transformation of banana embryogenic cell suspension cultures. In: May, G. (ed.). *The International Symposium on the Molecular and Cellular Biology of Banana*. Boyce Thompson Institute for Plant Research Inc. New York. p. 32.
45. Robinson, J. 1996. *Bananas and Plantain. Crop Production Science in Horticulture Series*. Centre for Agriculture and Biosciences International (CAB International). Wallingford, UK. 238 p.

46. Rodríguez, A. y J. Ventura. 1992. El mejoramiento genético del plátano y el banano en Cuba. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro von Humboldt". La Habana, Cuba. 10 p.
47. Rosales, F., J. Coto y P. Rowe. 1991. Métodos de polinización y uso de triadimefon en la producción de semilla en banano 'Highgate'. 11° Reunión de ACORBAT. San José, Costa Rica. pp: 223 - 231.
48. Rowe, P. 1985. Fitomejoramiento de bananos y plátanos. UPEB/CID. Panamá. 19 p.
49. Sagi, L. y R. Swennen. 1995. Recent developments in biotechnological research of banana (*Musa* spp.). In: Agricultural Biotechnology. 2nd Asia Pacific Conference. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi, India. pp: 201- 211.
50. Sagi, L., G. May., S. Remy y R. Swennen. 1998. Genetic transformation for the improvement of bananas a critical assessment. In: Annual report 1997. International Plant Genetic Resources Institute. Roma, Italia. pp: 34 - 45.
51. Sasson, A. 1997. Improvement of tropical horticultural crops and potential of biotechnology applications. In: Drew, R. (ed.). Importance of Tropical and Subtropical Horticulture. Future Prospects of Biotechnology in Tropical and Subtropical Horticultural Species. Proceedings of the International Symposium on Biotechnology of Tropical and Subtropical Horticultural Species. Queensland, Australia. pp: 21 - 31.
52. Schoofs, H., B. Panis., H. Strosse., A. Mayo., J. López., N. Roux., J. Dolezel y R. Swennen. 1999. Cuellos de botella en la generación y mantenimiento de las suspensiones celulares morfogénicas de banano y la regeneración de las plantas vía embriogénesis somática a partir de ellas. *InfoMusa* 8(2): 3 - 7.
53. Shepherd, K. 1974. Banana research at I.C.I.A. *Tropical Agriculture* 51(4):485 - 489.
54. Simmonds, N. y K. Shepherd. 1955. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. *J. Linn. Soc.* 55: 302 - 312.
55. Simmonds, N. y S. Weatherup. 1990. Numerical taxonomy of the wild banana (*Musa*). *New Phytol.* 115: 567 - 571.
56. Speijer, P. 1999. *Musa* nematode resistance; a proposal for research directions. In: May, G. (ed.). The International Symposium on the Molecular and Cellular Biology of Banana. Boyce Thompson Institute for Plant Research Inc. New York. Plant Research Inc. p. 32.
57. Stover, R. y N. Simmonds. 1987. Bananas. 3° ed. Longman Scientific & Technical. London, UK. 468 p.
58. Surga, J., R. Swennen y B. Panis. 1999. Cryoconservación de meristemas en el banano (*Musa* spp.): optimización de la regeneración. *InfoMusa* 8(1): 23 - 24.
59. Thorpe, T. y S. Harry. 1997. Application of tissue culture to horticulture. *Acta Horticulturae* 447: 39 - 49.
60. Trujillo I. y E. García. 1996. Aplicación de métodos de presión de selección en la obtención de variantes de banano resistentes a la sigatoka amarilla. *Phyton* 59: 111 - 121.
61. Trujillo, I. 1994. Aplicación de técnicas biotecnológicas en el mejoramiento genético del género *Musa*. Tesis doctoral. Posgrado en Biología mención Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 258 p.
62. Trujillo, I. y E. de. García. 1999. Somatic embryogenesis in vitro of *Musa* clones. *Phyton* 64: 7- 17.
63. Trujillo, I., E. de. García y J. Berroteran. 1999. Evaluación de plantas de banana obtenidas in vitro. *Anales de Botánica Agrícola* 6: 29 - 35.
64. Van den Houwe, I. y R. Swennen, R. 2000. Characterization and control of bacterial contaminants in in vitro cultivars of banana (*Musa* spp.). *Acta Horticulturae* 530: 69 - 79.
65. Van den Houwe, I., K. de Smet., H. Tezenas du Montcel y R. Swennen. 1995. Variability in storage potential of banana shoot cultures under medium term storage conditions. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 42: 269 - 274.
66. Vega, U. 1988. Mejoramiento genético de plantas. Editorial América, C. A. Maracay, Venezuela. 200 p.
67. Vidal, M. y E. García. 2000. Analysis of a *Musa* spp somaclonal variant resistant to Yellow Sigatoka. *Plant Molecular Biology Reporter* 18: 23-31.
68. Vidal, M., E. Vargas y E. de. García. 2000. Estudios anatómicos y morfológicos de la iniciación de embriones somáticos obtenidos a partir de ápices meristemáticos de *Musa* sp. *Acta Científica Venezolana* 51(2): 79 - 83.

69. Villalobos, V y T. Thorpe. 1991. Micropropagación: conceptos, metodología y resultados. In: Roca, W y L. Mroginski (eds.). Cultivo de tejidos en la agricultura. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. pp. 127 - 141.
70. Villarroel, D., A. Millán y M. Oliveros. 1998. Terminología usada en Genotecnia Vegetal. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Monagas. Serie D. N° 37. Maturín, Venezuela. 66 p.
71. Vuylsteke, D., J. Crouch., A. Pellegrineschi y G. Thottappilly. 1998. The biotechnology case history for Musa. *Acta Horticulturae* 461: 75 – 85.