I Reunión sobre Investigación y Producción de Frutales Menores

Ponencia

Caracterización morfológica de tomate de àrbol (*Cyphomandra betacea* Sendt. Solanaceae)[1]

Morphologic Characterization of tomato tree (*Cyphomandra betacea* Sendt. Solanaceae)

Clara Inés Medina C [2], Mario Lobo A [2],
Ramiro García V. y Liliana García P.

Introducción

El desarrollo de los agricultores de las áreas montañosas andinas depende de la oferta de alternativas productivas que permitan capitalizar a los productores, aspecto que difícilmente se puede lograr con las especies anuales sembradas por ellos. Entre las especies con posibilidades para cambiar la situación expuesta se ha identificado un grupo de frutas, que incluyen el tomate de árbol, taxón originario de dicha zona (13, 2).

Las posibilidades de este frutal se derivan de su aceptación en los mercados, los precios rentables, relativamente estables y de las posibilidades de su utilización no solo como fruta fresca, sino también en la forma de procesados, lo cual le da un valor agregado a dicha especie.

Entre los aspectos que han dificultado su desarrollo se encuentran: oferta nula o escasa de variedades o clones con alta capacidad productiva, falta de calidad de los frutos y uniformidad de las bayas y problemas epidemiológicos, entre los cuales se destacan la antracnosis de las bayas, causada por el hongo *Colletotrichum gloesporioides*. Esta causa pérdidas totales cuando no se aplican medidas de control, fluctuando las mismas entre el 10 y el 25% en los casos en

Palabras clave: Tomate de árbol, caracterización morfologica, descriptores, conglomerados

---

[1]Ponencia presentada en el VIII Congreso Venezolano de Fruticultura, 6-9 julio, 2004. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

[2]Investigadora Cooperante, M.Sc e Investigador Titular. Ph.D. Programa de Recursos Genéticos y Biotecnología Vegetal, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. C.I. «La Selva», Rionegro, Antioquia, Colombia. Correo electrónico: pnrgv@epm.net.co

los cuales se aplican fungicidas protectantes. (17).

Mediante exploración en la variabilidad genética, es factible producir genotipos de alto potencial de rendimiento, con rebaja en el costo de la materia prima y con los atributos necesarios para el procesamiento. Igualmente, el conocimiento de variables de fruto y de su calidad, permite, la determinación de índices de cosecha, y diseñar estrategias de control de proceso de maduración, y de prolongación de la vida de almacenamiento de los frutos.

Todas las especies del género *Cyphomandra* al cual pertenece el tomate de árbol, son originarias de América tropical en latitudes que van desde los 20° N hasta los 30° S, estando disperso especialmente en América del Sur (3, 4, 7)

El género *Cyphomandra* el cual incluye entre 35 y 50 especies, es abundante en los bosques mésicos de América Central y la parte oeste de Sur América, con otro centro de diversidad de especies en el sureste del Brasil, país en el cual se encuentran 19 taxa, con 8 de ellas endémicas de dicho país (4).

El potencial de la variabilidad genética de los silvestres relacionadas se desprende del alto número de especies que se encuentran en el centro de diversidad primaria del género *Cyphomandra* . En este contexto se ha señalado que el mismo comprende entre 30 y 50 entidades de origen americano (2, 3, 4, 13). De éstas, la especie cultivada *C. betacea*, está estrechamente relacionada con un complejo de taxa bolivianos de acuerdo con evidencias moleculares, unidas a estudios morfológicos y datos de trabajos de campo, por lo cual se cree que el taxón sembrado se originó en dicha zona (5). De las especies del género, a nivel de Colombia, se han reportado, además de *C. betacea, C. allophylla, C. chloranta, C. endopogon, C. obliqua, C. pilosa, C. fragilis, C. hartewgii, C. sibunduyensis* (2).

El tomate de árbol, tiene un cierto nivel de desarrollo en Nueva Zelanda y en otros lugares subtropicales del mundo, señalándose que, en el año de 1991, la producción mundial anual era de alrededor de 2000 toneladas, de las cuales el 80% era consumida por los mercados locales y el restante 20% se exportaba (13). En Colombia, la fruta ha tenido un crecimiento sostenido en los últimos años, con un área sembrada de 6.943 hectáreas, en el año 2000, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (1).

Pese a lo anterior y que se dispone de algunas colecciones de estos grupos de especies, en la Comunidad Andina de Naciones, las mismas se considera que son poco representativas de la diversidad y variabilidad, existiendo peligro de pérdida de los materiales lo cual es crítico, en especial a nivel de las taxa silvestres.

Variabilidad genética

La diversidad genética es una forma de seguro contra las incertidumbres y es la base para la seguridad alimentaria y el desarrollo socioeconómico a todo nivel (11), implicando el manejo y empleo de la

variabilidad genética una adecuada cuantificación y clasificación de la misma (11).

Para la utilización de la variabilidad se requiere un conocimiento detallado acerca de las características presentes en los materiales, con el fin de suplir las demandas futuras de producción de cultivares mejorados (11). Lo anterior se logra mediante procesos de caracterización de diversa índole que incluyen aspectos morfológicos, organolépticos, químicos, bioquímicos, moleculares, fisiológicos, citogenéticos y específicos para atributos dados.

El conocimiento de la variabilidad aprovechable parte de la caracterización y evaluación morfológica. La primera corresponde a la toma de información cualitativa en forma sistemática y la evaluación al registro de variables cuantitativas, las cuales son afectadas por el ambiente. Esto se lleva a cabo mediante el empleo de los llamados descriptores, los cuales son un listado de variables, con estados, esto es, la variación que existe en cada uno de ellos (10). Los datos permiten conocer los atributos aprovechables en los diferentes materiales, lo cual es básico para el desarrollo de materiales con los arquetipos de planta y los atributos de calidad requeridos.

En el caso de tomate de árbol, no se encontraron referencias publicadas de procesos de caracterización en los países andinos. Igualmente, no hay descriptores estandarizados a nivel internacional para este tipo de estudios con la especie. El grupo ponente del trabajo desarrolló un listado de descriptores, el cual ha sido evaluado y ha venido llevando a cabo trabajos de caracterización y evaluación morfológica.

Desarrollo Lista de Descriptores

Luego de la revisión de fuentes secundarias sobre la variabilidad de la especie y de visitas a cultivos comerciales y de investigación, se realizó una primera propuesta de descriptores, por parte del grupo de Recursos Genéticos de Corpoica. A nivel cualitativo se eligieron 55 variables, de las cuales 24 correspondían a las hojas, 17 a las flores e inflorescencias 11 al fruto y 3 a las semillas. En plano cuantitativo se relacionaron 29 características. De estas 4 en el follaje, 9 en flores e inflorescencias 13 en el fruto y 3 en las semillas. Los atributos anteriores fueron seleccionados inicialmente por su facilidad de registro en campo y no ambigüedad.

Caracterización y Evaluación Morfológicas

El trabajo se llevo a cabo en el Centro de Investigación «La Selva, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica, ubicado en Rionegro (Antioquia), a 2.120 msnm, con una temperatura promedio de 17°C y precipitación anual de 1.800 mm, en la zona de vida ecologica bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

Los descriptores seleccionados se registraron en 5 plantas por accesión y se conformaron bases de datos cualitativas y cuantitativas independientes para efecto del

procesamiento de la información. En el caso de los atributos cualitativos se obtuvo información de modas, coeficientes de variación y desviaciónes estándar por característica y en los cuantitativos se obtuvieron como estimadores descriptivos: el promedio, el coeficiente de variación y la desviación estándar. Esta información permitió detectar las variables polimórficas y eliminar del análisis las que no registraron variabilidad.

A nivel cualitativo se encontró que en las 41 accesiones caracterizadas se presentó variabilidad en 52 de las 55 características y a nivel de *C. betacea* hubo diversidad en 42 de las 55 variables registradas. El resultado anterior señala que en la colección estudiada hay amplia diversidad, la cual se complementa con los polimorfismos existentes a nivel de las otras taxa incluidas. Al nivel de la especie cultivada no se detectó variabilidad en tipo de hoja, posición de los tricomas, forma de los pétalos, pubescencia del ovario, forma de las anteras y presencia de capa cerosa en los frutos.

Con base en los atributos cualitativos polimórficos, se construyó una matriz de similaridad entre materiales y con la misma se elaboraron dendrogramas mediante el empleo del algoritmo de la media aritmética no ponderada (UPGMA), (6, 16). El árbol construido permitió visualizar que el taxón *C. diversifolia* presentó la máxima divergencia con los taxa restantes evaluados, el cual morfológicamente es diferente a las demás especies evaluadas. Igualmente, se percibió la formación de un conglomerado cercano entre *C. betacea, C. materna* y *C. uniloba*. Al respecto Bohs y Nelson (5), señalaron que las tres especies, conjuntamente con *C. acuminata*, originarias de Bolivia conforman un complejo de taxa estrechamente relacionadas y que estos taxa están implicados en el origen del tomate de árbol cultivado. Los autores (Bohs y Nelson, 1999), sugierieron que *C. materna* es la forma ancestral silvestre de *C. betacea*.

En las poblaciones de *C. betacea* estudiadas la divergencia máxima entre materiales fue del orden del 23%, con 76% de características polimórficas. Esto señala que a nivel de los materiales hay un conjunto amplio de arreglos de las características con variabilidad y que hay posibilidades de seleccionar genotipos con combinaciones especificas de atributos. Con base en los atributos cualtitativos no se presentó un patrón definido de agrupamiento con relación a las áreas geográficas de origen de los materiales, lo cual estuvo de acuerdo con resultados obtenidos con tomate tipo cerasiforme *Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme* Lobo y Medina (11) y con arracacha *Arracacia Xanthorrhiza* Bancroft por Rosso, Medina y Lobo (10). Al respecto, Los autores señalaron, en ambos casos, que ésto podría deberse a que los materiales colectados en una zona, tienen origen en otras áreas y que pudieron ser trasladados antrópicamente. En el sentido

anterior, no se obtuvo un patrón definido de clasificación con base en el color de los frutos, con entremezcla de poblaciones con frutos amarillos y rojos, aspecto que ha sido evidente para la determinación de patrones de agrupamiento en el tomate domesticado *Lycopersicon esculentum* Mill. (12).

Con las variables cuantitativas se realizaron análisis de componetnes principales, para detectar los atributos con mayor contribución a la expresión de la variablidad total. Posteriormente se elaboró una matriz de distancias entre materiales, y con ésta, se elaboró un dendograma por medio del algoritmo de la media aritmética no ponderada (6, 16).

A nivel cuantitativo, las únicas características que no presentaron variación fueron número de estambres y número de estilos, atributos que no deben presentar ventajas reproductivas para los individuos.

La variabilidd encontrada era de esperarse dada la diversidad de lugares de los cuales provenían los materiales y por ser estas a poblaciones silvestres en el caso de los taaxa relacionados y, en su mayoría, a variedades de agricultor en el caso de las poblaciones de la especie cultivada. Esto indica la gran importancia de contar como fuente de germoplasma con los materiales seleccionados por los pequeños productores, los cuales tienen atributos importantes como son: rendimiento, estabilidad, tolerancia a factores adversos, baja dependencia de insumos externos y calidad de frutos dependiente de su composición (14).

El análisis de componentes principales, señaló que los 6 primeros explicaban el 76,62% de la variabilidad. De estos, el primer componente, que giró alrededor de variables de fruto, explicó el 45,5% de la diversidad cuantitativa. Esto parece indicar, pendiente de comprobación con otras poblaciones de la zona andina, que la evaluación morfológica debe enfatizar en atributos cuantitativos de las bayas.

El dendograma permitió concluir, al igual que en el caso cualitativo, la no presencia de un patrón de agrupamiento por áreas geográficas, y una baja coincidencia de arrupamiento con los conglomerados cualitativos. Esto puede deberse, de acuerdo con Rosso, Medina y Lobo (15) a patrones diferentes de evolución cualitativos y cuantitativos ya que algunos de los atributos de la primera categoría corresponden a características relacionadas con aceptabilidad por el consumidor, por lo cual están sometidos a selección antrópica, en tanto que los cuantitativos corresponden a genes menores asociados con adaptación y productividad.

Actualmente, se tiene en marcha, en Colombia, un nuevo proceso de caracterización morfológica que incluye 81 accesiones del taxón cultivado y de 7 taxa relacionados. En el estudio, se están registrando 19 variables nuevas y estados adicionales en diversos atributos. Además, se eliminaron variables con

bajo poder discriminante. Con lo anterior se quiere puntualizar que el trabajo de caracterización, que da valor agregado al germoplasma, es dinámico, siendo importante evaluar los descriptores con poblaciones de otros países de la Zona Andina, Centro de Diversidad Primaria de este grupo de taxa.

Cabe señalar que este estudio forma parte de un proyecto, presentado en el marco de la REDARFIT, con apoyo financiero de FONTAGRO. En el mismo participan instituciones de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. En el proyecto se incluyen, además acciones de colecta, caracterización química y molecular y estudios de conservación del germoplasma. Se espera con las acciones de caracterización promover la utilización sostenible en los sistemas de producción y desarrollar el tomate de árbol como una nueva alternativa para los pequeños productores del agro andino.

Referencias bibliográficas

1. Bernal, J.; Diaz, C.A.; Amaya, A.; Vanegas F. 2003. Generalidades del Cultivo. En: Tecnología para el Cultivo del Tomate de Arbol. (Bernal, J.; Diaz, C.A., Compiladores). Corpoica. Manual Técnico 3. Ecorregión Andina, C.I. «La Selva», Rionegro, Antioquia

2. Bohs, L. 1988. Ethnobotany of the Genus *Cyphomandra* (Solanaceae). Economic Botany 43 :143-163. .

3. Bohs, L. 1991. Crossing studies in Cyphomandra (Solanaceae) and their systematic and evolutionary significance. American Journal of Botany 78 :1683-1693.

4. Bohs, L. 1994. Cyphomandra (Solanaceae),. Flora Neotropica Monograph 63. New York Botanical Garden. Bronx, N.Y. 175p.

5. Bohs, 1999: www. Ou.edu/cas/botany-micro/bsa-abst/section13/ abstracts)

6. Crisci, J.V.; Lopez, M.F. 1983. Introducción a la teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica. Serie de Biología. Monografía N 26. Secretaria general de la O.E.A. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, D.C. 132p

7. Girard, E.; Lobo, M. 1977. El cultivo del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav) Sendt) 195-213 pp. En Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de frutales Regional 4. Curso sobre frutales. Compendio 20. Medellín.

8. Lobo, M. 2000. Papel de la variabilidad genética en el desarrollo de los frutales andinos como alternativa productiva. En: Memorias 3er Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Centro de Desarrollo Tecnoógico de Frutales, Manizales, Colombia. Noviembre 5 al 17 de 2000. P.27-36.

9. Lobo, M.; Medina, C.I.; Delgado, O.A.; Zuluaga, M.L.; Cardonas, M.; Osorio, A. 2002. Recursos Genéticos de Frutales Andinos en el Sistema de Bancos de Germoplasma del Estado Colombiano. En: Memorias 4º Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Medellín, Colombia. Corpoica, U.P.B., C.D.T.F. P. 43-48.

10. Medina, C.I.; Lobo, M. 1995. Caracterización morfológica de germoplasma, En: Curso Taller: «Caracterización de germoplasma vegetal». Corpoica. C.I. «La Selva», Rionegro, Antioquia. Noviembre 27-Diciembre 1 de 1995. 4p.

11. Medina, C.I.; Lobo, M. 2001. Variabilidad morfológica en el tomate pajarito (*Lycoperssicon esculentum var. cerasiforme*), precursor del tomate cultivado. Revista Corpoica 3(2):39-50.

12. Miller, J.C.; Tanksley, S.D. 1990. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. In: Theoretical and applied Genetics 80:437-448.

13. Pringle, G.J.; Murray, B.G. 1991.Kaiotype diversity amd micñear DNA variation in *Cyphomandra*. Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution (Hawkes, J.G.; Lester, R.; Nee, N.; Estrada-R, N.; edits). Kew, England. Pp. 247-252.

14. Ramprasad, V. 1998. Genetic engineering and the myth of feeding the world.. In: Biotechnology and Develpment Monitor. No. 35:24.

15. Rosso, C.A.; Medina, C.I.; Lobo, M. 2002. Morphologic characterization and agronomic evaluation of a Colombian collection of arracacha (*Arracacia Xanthorrrhiza* Bancroft). Plant Genetic Resources No 132:22-29.

16. Sneath, P. H.; Sokal, R. R. 1973 Numerical Taxonomy. W.H. Freeman and Company, San Francisco 573p

17. Saldarriaga, A. ; Bernal, J. ; Tamayo, P.J. 1997. Enfermedades del cultivo del tomate de árbol en Antioquia : Guía de reconocimiento y control. Boletín Técnico, CORPOICA. 43P.