



CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE RECURSOS FITOGENÉTICOS

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Hernández Villarreal AE.

Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura. Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Carretera Tepic-Compostela Km 9. Apdo. Postal 49, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México.

RESUMEN

La caracterización morfológica de recursos fitogenéticos es la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar taxonómicamente a las plantas. Algunos caracteres pueden ser altamente heredables, fácilmente observables y expresables en la misma forma en cualquier ambiente. Las características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética, para identificar plantas y para conservar los recursos genéticos. Por lo tanto la caracterización es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación. Los métodos estadísticos más usados para el análisis de los datos son la varianza, el coeficiente de variación, correlación lineal, selección por pasos y análisis de componentes principales. De esta manera, el objetivo de este artículo es revisar algunos conceptos básicos sobre caracterización morfológica de recursos fitogenéticos, así como algunos métodos de análisis de datos.

PALABRAS CLAVE

Caracterización morfológica, recursos fitogenéticos, variabilidad, descriptor, métodos estadísticos.

Introducción

A partir del siglo XX se han estado produciendo nuevas variantes genéticas mediante cruces, lo anterior para buscar solucionar algunos problemas de producción. Esto ha ocasionado el incremento del interés por la protección de los

ABSTRACT

Morphological characterization of plant genetic resources is the determination of a set of characters by using descriptors that differentiate plants taxonomically, some of these descriptors can be highly heritable, easily observable, and expressible in the same form in any environment. Morphological characteristics are used to study the genetic variability, to identify plants, and to conserve genetic resources. Therefore, the morphological characterization is the first step in crop improvement and conservation programs. Variance, Coefficient of variation, linear correlation stepwise selection and principal components analysis are the most commonly statistical analysis used. Thus, the aim of this article is to review some basics about morphological characterization of plant genetic resources as well as some data analysis methods.

KEY WORDS

Morphological characterization, genetic resources, variability, descriptor, statistical methods.

Información del artículo

Recibido: 23 de noviembre de 2012.

Aceptado: 25 de abril de 2013.

recursos genéticos. En México se han emprendido acciones para proteger los recursos y sus productos derivados, lo cual es coordinado por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) (Laguna *et al.*, 2006).

Autor correspondiente:

Hernández Villarreal AE, Estudiante de la maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias, Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela Km 9. Apdo. Postal 49, C.P. 63780. Xalisco, Nayarit, México. Tel. +52(311) 211 0128. Correo electrónico: adrian_hv@hotmail.com

De la misma manera, la FAO (1996) desde 1960 ha concientizado a las instituciones sobre la necesidad de preservar los recursos genéticos para tener herramientas con el fin de aliviar la cada vez más grave escasez de alimentos y salvar la variabilidad de aquellas especies cultivadas que se encuentran en peligro de erosión en los centros de origen y de diversidad.

Franco e Hidalgo (2003) mencionan que la suma de todos los individuos con sus respectivas variantes se conoce como variabilidad genética de una especie. La población de individuos que conforman una especie vegetal está bajo una continua interacción dinámica de adaptación con los factores bióticos y abióticos en los que crece. Cada especie adapta la información contenida en su genoma de acuerdo con las necesidades de supervivencia en su entorno. El resultado de esta interacción adaptativa se traduce en la acumulación de la información genética que a manera de variantes las especies guardan entre los miembros de su población, y que se va transmitiendo a las subsiguientes generaciones a través del tiempo. De esta manera, aunque la población de individuos en una especie comparte características comunes y se pueden cruzar entre ellos, también es cierto que en cada uno existen muchas variantes individuales.

De acuerdo con Franco e Hidalgo (2003), existen diferentes fuentes de variabilidad como son la variabilidad producida durante los procesos evolutivos de especiación, la variabilidad producida por la dispersión artificial ejercida por el hombre y la variabilidad producto de la dinámica de inducción-selección de nuevas variantes por medio de la hibridación.

El objetivo principal de la caracterización de recursos fitogenéticos es medir la variabilidad genética de una colección mediante el uso de descriptores definidos. En este documento se mencionaran conceptos básicos sobre caracterización, así como algunos métodos para el análisis de datos.

Diversidad Fitogenética

Ford-Lloyd y Jackson (1986) consideran que los patrones de diversidad genética de las plantas cultivadas resultan de la interacción de los factores principales siguientes: mutación, migración, recombinación, selección y deriva genética. Los tres primeros estimu-

lan la producción de nueva variabilidad, mientras que los dos restantes pueden reducirla.

Según Franco e Hidalgo (2003), toda la variabilidad es almacenada en el genoma de los miembros de la población y puede expresarse en características visibles o fenotípicas y en características no visibles llamadas genotípicas.

La caracterización en plantas es considerada como la determinación del conjunto de características para diferenciarlas taxonómicamente (López *et al.*, 2008). En la caracterización de una especie se estima la variabilidad existente en el genoma de la población de individuos que la conforman. El objetivo principal es medir la variabilidad genética de una colección mediante el uso de descriptores definidos. Otros objetivos son el establecimiento de la representatividad de la colección, la investigación de la estructura genética a través de la determinación de poblaciones identificables, la identificación de duplicados dentro de una colección y la identificación de genes especiales o alelos particulares (Franco e Hidalgo, 2003).

La caracterización de la variabilidad detectable visualmente hace referencia a las características responsables de la morfología y la arquitectura de la planta llamadas botánicas-taxonómicas; las características relacionadas con aspectos de manejo agronómico y de producción denominadas morfoagronómicas y las evaluativas que son las que se expresan como reacción a estímulos del medio ambiente. La caracterización de la variabilidad que no es detectable a simple vista se denomina molecular porque se refiere a la identificación de productos o funciones internas de la célula. Las técnicas para detectar esta variabilidad entran en el concepto de marcadores moleculares (Franco e Hidalgo, 2003).

La caracterización de la variabilidad tiene varias limitaciones entre las que destacan la escasa cantidad y baja calidad de las semillas; la pobre documentación de las colecciones y la baja disponibilidad de recursos económicos para el mantenimiento de bancos de germoplasma (Franco e Hidalgo, 2003).

Para realizar la caracterización primeramente es necesario el conocimiento pleno de la especie y el establecimiento del objetivo de la caracterización. Es necesario también conocer la variabilidad global de la colección mediante una siembra previa la cual permitirá

homogeneizar las accesiones de acuerdo con sus morfotipos. Para medir la variabilidad es necesario utilizar descriptores discriminadores y establecer el experimento con un mínimo de cinco plantas por accesión en lotes homogéneos en dos repeticiones, de este modo se obtendrá mejor y mayor información en el análisis estadístico (UPOV, 2002).

Los requisitos de manejo de cultivo a considerar para seleccionar variables morfológicas para la caracterización dependen del cultivo a evaluar. Por ejemplo para jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.): la cantidad de material vegetal mínima es de 40 g de semilla por accesión, el material vegetal no debe ser sometido a tratamiento alguno que pueda afectar la expresión de las características de la variedad, la duración de los ensayos deberá ser de dos ciclos de cultivo independiente, además de que los ensayos se deben llevar a cabo bajo condiciones que aseguren el crecimiento normal de las plantas. El tamaño del lote de prueba debe establecerse de tal manera que se permita la extracción de plantas o partes de plantas para efectuar medidas y conteos sin perjudicar las observaciones ulteriores a efectuarse hasta el final del ciclo del cultivo. Cada lote debe incluir al menos 120 plantas aisladas que deben dividirse en tres repeticiones con un espaciamiento entre plantas de 1.0 x 1.0 m. Salvo indicación de lo contrario, todas las observaciones en plantas individuales deberán efectuarse en 10 plantas o partes de cada una de las 10 plantas por repetición de cada lote (Caro-Velarde *et al.*, 2012).

La descripción varietal es un conjunto de observaciones que permiten distinguir y caracterizar a una población de plantas que constituyen una variedad (Laguna, *et al.*, 2006). Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Según Querol (1988), los descriptores indican en forma práctica y fácil a cada accesión. Los más utilizados en las plantas son: de pasaporte, de manejo, del sitio y del medio ambiente, de caracterización y de evaluación. Los descriptores de caracterización permiten la discriminación fácil entre fenotipos. Generalmente son caracteres altamente heredables que pueden ser fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes (Franco e Hidalgo, 2003).

Existen distintas categorías de datos según la expresión del descriptor; estas pueden ser cualitativas o cuantitativas. Al realizar una caracterización se espera

que las características visibles de una especie sean homogéneas, sin embargo en algunos casos no se expresan con la misma intensidad. A esta diferencia en la expresión del carácter se le llama "estado del descriptor" y se registra mediante escalas de valor.

Al realizar la caracterización se deben utilizar variables morfológicas confiables que discriminen permitiendo así la diferenciación entre grupos. Estas variables están ya establecidas en las llamadas "guías técnicas para la descripción varietal" expedidas por la *International Union for the Protection of New Varieties of Plants* (UPOV).

Métodos estadísticos y caracterización fitogenética

Cuando todavía no existen los descriptores en alguna especie, el primer paso es elegir las variables morfológicas que más discriminen, para lo cual existen métodos y criterios para seleccionarlos, como son el análisis de varianza, coeficiente de variación, selección de variables por pasos propuesto por Johnson (1998), coeficiente de correlación y análisis de componentes principales (López *et al.*, 2008).

Una vez recolectada la información de la caracterización, se construye una matriz básica de datos (MBD), la cual consiste en un arreglo en forma de cuadrícula con tantas filas como accesiones existentes (n) y una columna para cada variable (p). Pla (1986), define a la matriz $n \times p$ como un conjunto de n accesiones en un espacio definido por las p variables, donde las observaciones serán puntos que representan a accesiones en el espacio.

Después de definir los datos para caracterizar los genotipos mediante descriptores, se debe estimar el tamaño de la muestra para que sea representativa. Para saber este dato se debe presentar la mayor variabilidad para asegurar que la muestra no cambie sensiblemente de una población a otra (Enríquez, 1991).

Los datos se pueden analizar sobre la MBD mediante el empleo de métodos estadísticos de tendencia central y dispersión, así como multivariados, para obtener conclusiones acerca de la variabilidad y la utilidad del germoplasma.

Los estadísticos simples permiten estimar y describir el comportamiento de las accesiones en relación

con cada carácter. Los más comunes son el promedio, la media, el rango de variación, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV) utilizados en el análisis de datos cuantitativos. Estos proporcionan una idea general de la variabilidad del germoplasma y permiten detectar datos no esperados y errores de medición.

Las medidas de similitud permiten conocer el grado de asociación entre las *n* accesiones o entre las *p* variables. Las más utilizadas son el índice de similitud y los coeficientes de correlación y distancia.

Los métodos multivariados analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo. Son una extensión de los análisis univariados y bivariados que se consideran como tal si todas las variables son aleatorias y están interrelacionadas (Hair *et al.*, 1992). Su objetivo principal es permitir la descripción de las accesiones tomando en cuenta simultáneamente varias características, sin dejar de considerar la relación existente entre ellas. Los métodos multivariados pueden ser de dependencia y de interdependencia. Los primeros incluyen discriminante múltiple, correlación canónica, regresión múltiple, multivariante de la varianza y conjunto. Los métodos de interdependencia incluyen los componentes principales, factorial, conglomerados, multidimensional y correspondencia. Bramardi, (2002), por otra parte los clasifica en dos grupos: el primero lo denomina de ordenación y el segundo de clasificación.

Casos de caracterización Fitogenética

En el trabajo realizado por Demey *et al.*, (2003), se estudió la diversidad genética de la colección de yuca de un banco de germoplasma a través de la relación entre la caracterización molecular y morfológica. Morfológicamente se evaluaron 19 descriptores. Las mediciones fueron realizadas a 65 accesiones del banco de germoplasma utilizando un promedio de 11 plantas por accesión en un periodo de tres años. Los descriptores fueron: color de la hoja apical no expandida, color del peciolo, color externo del tallo, color externo de la raíz, color de la primera hoja completamente expandida, largo del lóbulo central, ancho del lóbulo central, relación ancho/largo, largo del peciolo, color de la epidermis del tallo, color de las ramas terminales, altura de la primera ramificación, peso de la parte aérea de la planta, número de estacas comerciales, largo de raíces, diámetro de raíces, peso de raíz por planta, rendimiento de raíces co-

merciales y rendimiento de raíces no comerciales. Para identificar el agrupamiento natural y la relación entre las 65 accesiones de la colección para los 19 descriptores morfológicos se utilizó el análisis de coordenadas principales empleando como fuente la disimilitud debida a la matriz de correlación de Pearson, dado el carácter cualitativo del 40 % de las variables utilizadas para la descripción morfológica. Los resultados de las caracterizaciones y el estudio de sus relaciones indican que los descriptores morfológicos y los marcadores moleculares ofrecen información complementaria ya que no se origina un patrón único de asociación entre las entradas, corroborando la importancia que tiene el estudio tanto de los descriptores morfológicos como de los marcadores moleculares para obtener una mejor descripción e interpretación de la diversidad genética de los individuos, lo que fue señalado también por Hillis y Moritz (1990).

Laguna *et al.*, (2006), evaluaron la guía técnica de dalia del SNICS para validarla. En este trabajo se hizo la aplicación de la guía a 25 clones contrastantes utilizando 52 caracteres. Se consideraron tres repeticiones clonales, se plantaron raíces tuberosas en camas bajo condiciones de cubierta plástica. La información se analizó bajo el enfoque multivariado de análisis de componentes principales. En este estudio se llegó a la conclusión de que el uso de herramientas de análisis multivariado, fue de utilidad para reducir la dimensionalidad del conjunto de variables evaluadas resaltando las que aportan mayor variabilidad.

López *et al.*, (2008) seleccionaron variables morfológicas confiables y discriminantes para la caracterización del tejocote mediante el análisis de varianza, coeficiente de variación, correlación lineal, selección por pasos y análisis de componentes principales. Se consideraron 100 accesiones de una colección establecida en un banco de germoplasma. El germoplasma utilizado corresponde a tres localidades nacionales y una extranjera a las cuales se les evaluaron 76 variables. Para cada accesión se evaluaron 14 variables para hojas de brotes reproductivos, 11 variables para hojas de brotes vegetativos cortos y largos, 35 para estructuras florales y 2 para amarre de fruto. De los métodos utilizados para la selección de variables morfológicas para la definición de descriptores, los que más aportaron fueron el coeficiente de variación, análisis de componentes principales y la correlación de Pearson, ya que mediante estos métodos, de las 76 variables analizadas, solo 35 de ellas fueron seleccionadas.

Uno de los trabajos sobre caracterización de jamaica lo realizaron Hidalgo-Villatoro *et al.*, (2009), en el cual caracterizaron trece genotipos de rosa de jamaica en Guatemala con el objetivo de conocer su variabilidad morfoagronómica. Se evaluaron 24 características cuantitativas y 7 cualitativas. Para analizar los caracteres cualitativos se utilizaron estados y porcentajes con rangos establecidos para cada caracter. La incidencia natural de insectos se evaluó en tres niveles: baja, intermedia y alta. Las características de incidencia natural de sequía, acame de planta, estrés biológico, insectos y hongos se evaluaron en cinco niveles, donde uno equivale a muy baja o sin signos visibles y cinco muy alta. Los caracteres de color se identificaron con base a la tabla de color de tejidos de plantas de Munsell. Para estos caracteres se realizó análisis de varianza y prueba múltiple de Tukey. Para analizar los caracteres cuantitativos se obtuvieron los valores medios de las tres localidades y los 24 caracteres evaluados respecto a sus rangos, medias, desviación estándar y coeficiente

de variación. También se determinaron los coeficientes de correlación entre algunos caracteres. Para el análisis de conglomerados (Clúster) y elaboración del dendograma se incluyó el dato medio de cada variable, localidad y accesión, con base a 24 caracteres cuantitativos. Se efectuó análisis de varianza y la prueba múltiple de medias con los datos obtenidos de la asimetría. El 75 % de los genotipos tuvo un porcentaje de similitud del 50 % en sus características cualitativas y cuantitativas.

Conclusiones

La caracterización morfológica de recursos fitogenéticos es un procedimiento que nos permite medir y conocer la variabilidad genética del genoma de una población, diferenciar taxonómicamente a las plantas, y seleccionar los descriptores morfológicos más adecuados, confiables y discriminantes para evaluar de las plantas.

Literatura citada

- Bramardi SJ. Análisis multivariado. Su aplicación en la caracterización de recursos genéticos. Argentina, Facultad de Ciencia Agrarias, Universidad Canahue, estación experimental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2002; 60.
- Caro-Velarde FJ, Machuca-Sánchez ML, Montes HS, Serrano AV, Carballo CA, Ramírez ME, *et al.* Propuesta de una guía técnica para la descripción varietal de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Universidad Autónoma de Nayarit. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. y Fundación Produce Nayarit, A.C. Nayarit. Jalisco. México. Enero de 2012.
- Demey JR, Zambrano AY, Fuenmayor F, Segovia V. Relación entre caracterizaciones molecular y morfológica en una colección de Yuca. *Interciencia* 2003; 28(12): 684-689.
- Enríquez G. Descripción y evaluación de los recursos genéticos: Técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales. Ecuador: Editorial porvenir, 1991: 116-160.
- Food and Agriculture Organization (FAO). Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo. En: Conferencia técnica internacional sobre los recursos fitogenéticos. 1996, 17-23; Leipzig, Alemania.
- Franco TL, Hidalgo R. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), 2003. 89.
- Ford-Lloyd B, Jackson M. Plant genetic resources. An introduction to their conservation and use. Edward Arnold, Public Baltimore, 1986. 152.
- Hair JF, Black B, Babin B, Anderson RE, Tatham RL. Multivariate data analysis. Nueva York: MacMillan 1992; 544.
- Hidalgo-Villatoro SG, Cifuentes-Reyes WA de L, Ruano-Solís HH, Cano-Castillo LE. Caracterización de trece genotipos de rosa de jamaica *Hibiscus sabdariffa* en Guatemala. *Agronomía Mesoamericana* 2009; 20: 101-109.
- Hillis DM, Moritz C. Molecular systematics: context and controversies. EEUU: Hills DM, Moritz C (eds.), 1990. 11.
- International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). Introducción general al examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad y a la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales, documento TG/1/3, 2002.
- Johnson DE. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. México: Editorial International Thomson, 1998. 93-146.
- Laguna CA, Guadarrama-Guadarrama ME, Arenas-Julio YR, Delgado MR. Aplicación de la guía de descripción varietal de dalia (*Dahlia* spp) en la caracterización de clones seleccionados. *Ciencias Agrícolas Informa* 2006; 4: 24-29.

- López SJ, Nieto AR, Barrios-Priego AF, Rodríguez PE, Colinas-León MT, Borys MW, *et al.* Selección de variables morfológicas para la caracterización del tejocote (*Crataegus* spp). Revista Chapingo Serie Horticultura 2008; 14(2): 97-111.
- Querol LD. Recursos genéticos, nuestro tesoro olvidado. Aproximación técnica y socioeconómica. Perú: Editorial Industrial gráfica, 1988. 218.
- Pla LE. Análisis multivariado: Método de componentes principales. Washington, D.C: Editor Secretaría de la organización de estados americanos (OEA), 1986. 94.

Como citar este artículo: Hernandez Villarreal AE, Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias* 2013; 2(3): 113-118.

