



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
SECRETARIA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA E INSTITUTOS DE INVESTIGACIONES

Resumen Ampliado

Jornadas Anuales

*“Investigaciones en la Facultad”
Ciencias Económicas y Estadística*



Del Medico, Ana Paula
Tenaglia, Gerardo
Vitelleschi, María Susana
Lavalle, Andrea
Pratta, Guillermo Raúl

Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas de la Escuela de Estadística

ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE MIXTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CLONES DE BANANA (*MUSA SPP.*)¹

Resumen

El Análisis Factorial Múltiple (AFM) es una técnica estadística apropiada para el tratamiento de datos donde un mismo conjunto de individuos se describe a través de varios grupos de variables. Cuando uno de ellos está conformado por variables cuantitativas y el otro por cualitativas, surge el Análisis Factorial Múltiple Mixto (AFMmix). Con el objetivo de caracterizar un conjunto de clones de banana (*Musa spp.*) se aplicó la técnica de AFMmix. Se evaluaron 2 grupos de variables concernientes con la aptitud agronómica de los clones, uno conformado por 9 variables fenotípicas cuantitativas y el otro por 3 variables fenotípicas cualitativas. Los dos primeros ejes del AFMmix explicaron un 49,47% de la variabilidad total de los datos. Los atributos cuantitativos que más contribuyeron a la formación del primer eje fueron altura y diámetro de la planta, peso del raquis y peso de manos. Los caracteres cualitativos que más aportaron a dicho eje fueron tamaño de racimo y prolificidad de la mano. En el segundo eje no se observaron contribuciones considerables de las variables cuantitativas, sin embargo, sí lo hizo el carácter cualitativo foliosidad. En síntesis, mediante la técnica de AFMmix se logró caracterizar al conjunto de clones de banana por los caracteres cuantitativos y cualitativos. Esto permitió identificar los clones de manera tal que permitió determinar un subconjunto que presente la mayor diversidad teniendo en cuenta ambos tipos de caracteres.

Palabras clave: Datos de tres modos, Análisis factorial múltiple mixto, *Musa spp.*

Abstract

The statistical technique of Multiple Factor Analysis (MFA) is a method that allows the analysis of data tables in which the same group of individuals are described through several group of variables. When one of them is made by quantitative variables and the other one by qualitative variables, the Mixed Multiple Factor Analysis (AFMmix) arises. Two groups of variables related to the agronomic aptitude of the clones were evaluated. One of them is composed of 9 quantitative phenotypic traits, while the other one of 3 ordinal qualitative traits. The first two axis of AFMmix explained a 49.47% of the total data variability. The quantitative attributes which contributed the most on the formation of the first axis were hand weight, rachis bunch weight, and diameter and width of the plant. The ordinal qualitative traits which contributed the most to

¹ Trabajo elaborado en el marco del Proyecto 80020180300041UR, titulado: "Métodos de clasificación y predicción en contextos de *big-data* a dos y tres modos", dirigido por Marta Quaglino.



UNR

said axis were quantities of hands and fingers. To the contrary, on the second axis, the quantitative variables showed no considerable contributions, whereas the qualitative trait of leave quantity did. Effectively, the set of banana clones was successfully characterized based on quantitative and qualitative traits. This enabled the selection of the subset of clones to preserve that presented the largest diversity considering both traits.

Keywords: Three-way data analysis, Mixed multiple factor analysis, *Musa* spp.

Introducción

Un banco de germoplasma es una colección de material vegetal vivo que tiene como objeto conservar la variabilidad genética existente en una o varias especies de interés. Los bancos de germoplasma son el medio principal para proteger la fitodiversidad de las diferentes especies vegetales e identificar accesiones para los programas de mejoramiento.

La banana (*Musa* spp.) es un híbrido de reproducción asexual, la evaluación de los clones en el corto plazo es limitada debido a que, generalmente, no se dispone con el número adecuado de repeticiones. En Argentina, la región subtropical húmeda de la provincia de Formosa presenta una zona de condiciones climáticas favorables para el desarrollo del cultivo de banana.

Con el fin de preservar la variabilidad genética existente, se propone en este trabajo al AFMmix como una herramienta para establecer criterios objetivos de manera de identificar clones de banana que preserven la variabilidad de los caracteres cualitativos y cuantitativos, para a largo plazo conformar un banco de germoplasma.

Material y Método

La población bajo estudio estuvo compuesta por 124 clones de banana recolectados en diferentes campos de productores de la provincia de Formosa (Ermini *et al.*, 2018) y por 4 testigos de uso comercial: las variedades comerciales Jaffa, Gal, Gran Enanao y Williams. Se realizó un "diseño en bloques aumentado" (Cotes & Núñez, 2001) de 15 bloques con 14 plantas cada uno, donde sólo los testigos poseían repeticiones. El mismo se llevó a cabo en las instalaciones de INTA Formosa, ubicadas en el norte argentino (26°11'31.8"S, 58°12'22.4"W), durante la campaña 2016-2017.

Se evaluaron 2 grupos de variables relacionados con la aptitud agronómica de los clones, uno conformado por 9 caracteres fenotípicos cuantitativos y el otro por 3 caracteres cualitativos. Las variables cuantitativas fueron: altura de la planta (en m), diámetro de la planta (en cm), peso del raquis (en kg), peso de las manos (en kg), diámetro de la segunda mano (en cm), diámetro de la última mano (en cm), longitud de la segunda mano (en cm), longitud de la última mano (en cm) y grosor de cáscara (en mm). Los caracteres cualitativos fueron foliosidad (alta o baja), tamaño de racimo (grande o chico) y prolificidad de la mano (alta o baja).

Se aplicó la técnica AFMmix (Pagès, 2014). Esta metodología permite analizar simultáneamente dos grupos de variables de distinta naturaleza (cuantitativa y cualitativa), evaluados sobre el mismo conjunto de individuos. En términos generales, el algoritmo AFMmix consiste en 2 etapas. La etapa preliminar (análisis separados), donde se analiza por separado cada grupo de variables a través de un análisis de componentes principales (ACP), en el caso de variables cuantitativas, y un análisis de correspondencia múltiple (ACM), para cualitativas. Luego, la etapa principal (análisis global) consiste en hacer un ACP sobre el conjunto de datos que resulta de la yuxtaposición de las configuraciones obtenidas en los análisis por separado, ponderadas por el inverso del primer valor propio correspondiente. Este análisis permite



equilibrar la influencia de cada uno de los grupos de variables con el objetivo de analizarlos simultáneamente. Se calculó el coeficiente RV (Abdi, 2007), una medida global de la relación entre las configuraciones de los dos grupos de variables definidas para los mismos individuos. El coeficiente RV toma valores entre 0 (las configuraciones son ortogonales) y 1 (la distancia entre las configuraciones es cero).

Resultados

Los dos primeros ejes del AFMmix explicaron un 49,47% de la variabilidad total de los datos.

Los atributos cuantitativos que más contribuyeron a la formación del primer factor fueron peso de las manos, peso del raquis, diámetro y altura de la planta. Sobre el segundo eje no se observaron contribuciones considerables de las variables cuantitativas.

Los caracteres cualitativos ordinales que más aportaron al primer factor fueron tamaño de racimo y prolificidad de la mano. Sobre el segundo eje, la mayor contribución fue del carácter cualitativo foliosidad, seguido por tamaño de racimo.

Se procedió a clasificar a los clones de banana según su foliosidad, dado que dicho carácter fue el que presentó mayor contribución sobre la construcción del segundo factor. Se formaron de esta manera 2 grupos de clones: uno compuesto por el testigo 3 y 46 clones correspondientes a plantas con baja foliosidad y el otro compuesto por los testigos 1, 2 y 4 y 78 clones correspondientes a plantas con alta foliosidad.

El coeficiente RV resultó igual a 0.27, indicando que es baja la relación entre las configuraciones correspondientes a los dos grupos de variables que se estudian.

Se concluye que mediante la técnica de AFMmix logró caracterizar al conjunto de clones de banana por los caracteres cuantitativos y cualitativos. Esto permitió identificar los clones de forma de determinar un subconjunto que presente la mayor diversidad teniendo en cuenta ambos tipos de caracteres.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdi, H. (2007). RV coefficient and congruence coefficient. In N.J. Salkind (Ed): Encyclopedia of measurement and statistics. ISBN 978-1-4129-1611-0.
- Ermini, J. L., Tenaglia, G. C. & Pratta, G. R. (2018). Molecular diversity in selected banana clones (Musa AAA "Cavendish"): adapted to the subtropical environment of Formosa Province (Argentina). *American Journal of Plant Sciences*, 9(12): 2504-2513
- Escofier, B.; Pagès, J. 1992. Análisis Factoriales Simples y Múltiples. Ed. Universidad del País Vasco.
- Pagès, J. (2014). Multiple factor analysis by example using R. Chapman and Hall/CRC.
- R Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical computing. Software available at: <http://cran.r-project.org/>.