

Estabilidad de Clones de Yuca Evaluados en Ensayos Participativos con Agricultores

*Wania Maria Gonçalves Fukuda¹, Ranulfo Correa Caldas¹,
Mauto de Sousa Diniz¹, Luis Alfredo Hernández Romero²*

1 EMBRAPA-Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, Brasil.

2 CIAT, Cali, Colombia.

Introducción

Las interacciones genotipo *por* ambiente son extremadamente importantes para identificar variedades de yuca que tengan buena estabilidad de producción y que se adapten bien a varios ambientes. Los estudios de estabilidad se refieren, generalmente, a las variaciones en producción que ocurren entre una y otra localidad y en años diferentes. Cuando se comparan las localidades y los años, las interacciones obtenidas son muy significativas. Esta situación puede complicarse aún más si se incluye otro factor que contenga el ambiente específico del agricultor; este factor puede interferir decisivamente en el comportamiento de las variedades de yuca cultivadas en una misma región.

Se ha observado que, aun dentro de un mismo ecosistema, el comportamiento de los clones de yuca cambia notoriamente de una parcela a otra, lo que dificulta al mejorador la selección de los clones que tengan buen comportamiento en todas las localidades. Fukuda et al. (1997) observaron una amplia variación en la fertilidad de los suelos de predios pertenecientes a pequeños agricultores de la región semiárida del Nordeste de Brasil; este hecho explica, al menos en parte, las diferencias en comportamiento de los cultivares sembrados en ellos.

Según Gomes y Gomes (1984), en los países en vías de desarrollo de los trópicos, los predios o pequeñas fincas de los agricultores se caracterizan por su alta variabilidad y su baja productividad. Esa variabilidad se refiere, principalmente, a aspectos del suelo y al manejo que da el pequeño productor a su predio.

La investigación agropecuaria se ha realizado, tradicionalmente, en las estaciones experimentales, donde las condiciones son más uniformes y cercanas al ambiente ideal. Se parte del principio de que la tecnología generada bajo esas condiciones se aplica al pequeño productor. Sin embargo, si consideramos que los pequeños cultivadores de yuca emplean pocos insumos (o ninguno de ellos) y aplican un sistema de producción de bajo nivel tecnológico, la respuesta de una variedad mejorada en la estación experimental puede diferir de la que se observe en la propiedad del agricultor.

Las pruebas de ajuste de la tecnología en los predios de los agricultores se caracterizan porque en ellas hay solamente una repetición por agricultor. Esto se aplica también a la metodología de la investigación participativa de las variedades

de yuca. Ahora bien, si no hay repeticiones, los análisis estadísticos convencionales se vuelven imposibles.

Por ello, Hildebrand (1984) propuso la metodología del análisis modificado de estabilidad para experimentos hechos en predios de los agricultores, que se basa en el análisis de estabilidad propuesto por Eberhart y Russel (1966) para evaluar la adaptabilidad y la estabilidad de los genotipos.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la estabilidad de la producción de variedades de yuca evaluadas en pruebas participativas con los agricultores, en 27 ambientes de la región semiárida del Nordeste de Brasil y en 22 ambientes de los Tabuleiros Costeiros del Estado de Bahia, empleando la metodología propuesta por Hildebrand (1984).

Materiales y Métodos

Se evaluaron cinco variedades de yuca en 27 ambientes de la región semiárida de los Estados de Bahia (Itaberaba), Pernambuco (Araripina) y Ceará (Quixadá); asimismo, se evaluaron 10 clones, incluyendo aquí la variedad local, en 22 ambientes que comprendían 11 municipios de los Tabuleiros Costeiros del Estado de Bahia.

Los ambientes estaban constituidos por localidades (de los agricultores) y años (1994, 1995, 1996 y 1997). En la región semiárida se evaluaron las variedades BGM 0549 (Amansa Burro), BGM 0538 (Macaxeira Preta), BGM 0537 (Do Céu), BGM 0076 (Platina) y BGM 0491; en los Tabuleiros Costeiros de Bahia se evaluaron los siguientes clones de yuca: 8610/16, 8611/18, 8614/01, 8615/09, 8707/02, 8707/04, 8707/05, 8727/02 y 8728/06.

Se utilizó la metodología de investigación participativa en el mejoramiento de la yuca, desarrollada por Hernández (1992; 1993), donde los agricultores participaron activamente en todas las etapas de evaluación. Los experimentos fueron instalados en los predios de cada agricultor, en fracciones de 50 plantas por variedad, utilizándose el sistema tradicional de manejo de cada agricultor.

Se hizo un análisis de estabilidad (modificado) de los datos, según la metodología propuesta por Hildebrand (1984), adaptada a trabajos hechos en predios de agricultores.

Se generó una curva de regresión lineal para cada variedad empleando un índice ambiental representado por la media de la producción de todas las variedades en cada ambiente y por la producción de cada variedad en cada ambiente. El rendimiento de cada variable se relacionó con el ambiente a través de la siguiente ecuación de regresión lineal simple:

$$Y_i = a + bx,$$

donde: Y_i = rendimiento de la variedad i ;

x = índice ambiental, que corresponde a la media del rendimiento de todos los tratamientos en cada local.

Hildebrand (1984) clasificó los ambientes en buenos y deficientes. Los buenos son las propiedades en que las pruebas producen más que la media general y los deficientes son aquellos en que la producción está por debajo de esa media.

En este ensayo se analizaron los datos del rendimiento de raíces y de la parte aérea, y el contenido de materia seca (M.S.) y de harina de las raíces.

Resultados y Discusión

El **Cuadro 1** presenta los datos de *producción media de raíces* y los coeficientes de regresión y de determinación de esa variable para las cinco variedades de yuca a través de los 27 ambientes de la región semiárida del Nordeste de Brasil.

- La variedad BGM 0549 (Amansa Burro) tiene una media que supera la media general y un coeficiente de regresión próximo a 1; según Eberhart y Russel (1966) y Hildebrand (1984), estos datos caracterizan una variedad estable. La variedad BGM 0538 (Macaxeira Preta) tuvo la media más alta en producción pero su coeficiente de regresión fue superior a 1, lo que la caracteriza como una variedad más exigente que da mejor respuesta en un ambiente muy favorable (**Figura 1**). Las variedades BGM 0491 (Veada) y BGM 0076 (Platina), aunque se han distinguido por adaptarse a ambientes menos favorables y exhiben valores de b inferiores a 1, presentaron medias de rendimiento de raíces inferiores a la media general.
 - En la producción de material de la *parte aérea* de la planta, las variedades presentaron medias de rendimiento superiores a la media general (**Cuadro 2**), a excepción de la variedad Veada.
- Las variedades Macaxeira Preta y Do Céu, con coeficientes de regresión (b) por encima de 1, demostraron más adaptación a ambientes más favorables, mientras que las variedades Amansa Burro y Platina, con valores de b próximos a 1, mostraron mayor estabilidad en la producción de la parte aérea en la mayoría de los ambientes estudiados (**Figura 1**). Respecto a esta producción, solamente la variedad Veada se mostró inadecuada en el ambiente de la región semiárida por su bajo valor de la media, del coeficiente de regresión (b) y del de determinación (r^2).

Respecto al contenido de *M.S. de las raíces*, las cinco variedades presentaron medias cercanas a la media general en todos los ambientes, lo que demuestra que ese factor tuvo poca variación en función del ambiente. Los coeficientes de determinación también lo demostraron (**Cuadro 3**).

- Las variedades Amansa Burro, Veada y Platina demostraron mayor estabilidad en su contenido de M.S. en la región semiárida, con valores de (b) próximos a 1, mientras que las variedades Macaxeira Preta y Do Céu

parecen estar más adaptadas a ambientes menos favorables, dado que los valores de (b) son inferiores a 1 (Figura 1).

En producción de *harina*, la variedad Do Céu se destacó entre las demás variedades con una media superior a la media general y un valor de (b) próximo a 1, lo que la caracteriza como una variedad altamente estable para este factor, bajo condiciones de ambiente semiárido (Cuadro 4). Sin embargo, como ocurrió con el contenido de M.S. de las raíces, no se observaron grandes variaciones en el contenido de harina de éstas. De modo similar, los valores de (b) estuvieron próximos a 1, a excepción de la variedad Macaxeira Preta, cuyo coeficiente de regresión estaba por debajo de 1 (Figura 1).

En los Tabuleiros Costeiros de Bahia, los clones 8611/18 y 8707/02 presentaron medias de *rendimientos de raíces* muy superiores a la media general de todos los experimentos, pero su valor de (b) estuvo muy por encima de 1, lo que los caracteriza como clones que responden mejor a ambientes muy favorables (Cuadro 5). Lo mismo se observó en la producción de material de la parte aérea (Cuadro 6).

El contenido de M.S. de todos los clones estuvo cerca de la media general y sus valores de (b) cercanos a 1; esto indica que el factor fue poco influido por los ambientes y es, por tanto, más estable (Cuadro 7).

- De acuerdo con el criterio establecido por Eberhart y Russel (1966) y por Hildebrand (1984), el clon 8707/04 fue el más estable; su contenido de M.S. está por encima de la media general y su coeficiente de regresión (b) es igual a 1. Siguiendo este mismo criterio, los clones 8707/02, 8707/05 y el testigo local se clasifican también como estables y adaptados a ambientes menos favorables. Este resultado interesa mucho al cultivo de la yuca que ha sido considerado, generalmente, propio de áreas marginales y capaz de desarrollarse con poco o ninguno insumo. El contenido de harina presentó la misma tendencia observada en la M.S. (Cuadro 8).

La Figura 2 presenta las curvas de regresión respecto al rendimiento de raíces y de la parte aérea, y al contenido de M.S. y de harina de seis clones, en los 22 ambientes de los Tabuleiros Costeiros del Estado de Bahia. Esas curvas presentan tendencia a la estabilidad y una respuesta de los clones a los distintos ambientes.

Se observó que los coeficientes de determinación de todas las variables estudiadas fueron muy bajos en este ecosistema, lo que indica que aquí el ambiente tuvo una fuerte influencia en el comportamiento de esos clones.

Conclusiones

Si se consideran los coeficientes de regresión lineal y la media en el rendimiento de raíces de cada variedad en todos los ambientes de la región semiárida, la variedad Amansa Burro sobresalió porque su media es superior a la media general y su coeficiente de regresión (b) está cercano a 1. En producción de

material de la parte aérea se destacaron las variedades Amansa Burro y Platina y en producción de harina de la raíz se destacó la variedad Do Céu.

En los Tabuleiros Costeiros de Bahia, los clones 8707/02 y 8611/18 presentaron medias de rendimiento de raíces superiores a la media general y valores de los coeficientes de regresión (b) mayores que 1. Estas cifras indican que estos clones son bastantes estables para producir raíces, pero responden mejor en ambientes más favorables.

Los contenidos de M.S. y de harina presentaron medias semejantes a la media general y valores del coeficiente de regresión cercanos a 1. Esas variables estuvieron poco influidas por las variaciones ambientales a que fueron sometidas.

El estudio de estabilidad hecho en este trabajo constituye una herramienta más para ayudar al mejorador a seleccionar nuevas variedades, que recomendará con mayor probabilidad de que sean usadas por los agricultores. En consecuencia, y dada la probable preferencia de los agricultores, los clones 8707/02 y 8611/18 serán recomendados para los Tabuleiros Costeiros de Bahia y la variedad BGM 549 para la región semiárida del Nordeste de Brasil.

Referencias

- Eberhart S.A.; Russel W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- Fukuda W.M.G.; Magalhães J.A.; Cavalcanti J.; Pina P.R.; Tavares J.A.; Iglesias C.; Hernández L.A.; Montenegro E.E. 1997. Pesquisa participativa em melhoramento de mandioca: Uma experiência no semi-árido do Nordeste do Brasil. Documento 73 EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)-CNPMPF, Cruz das Almas, BA, Brasil. 46 p.
- Gomes K.A.; Gomes A.A. 1984. *Statistical procedures for agricultural research*. 2ª. ed. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Hernández R. L.A. 1992. Participación de los productores en la evaluación de variedades de yuca. En: Hernández R. L.A. (ed.). *Memorias de un taller sobre investigación participativa celebrado en el CIAT en 1992*. Documento de trabajo no. 99. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p 40-48.
- Hernández R. L.A. 1993. Evaluación de nuevas variedades de yuca con la participación de los agricultores. Documento de trabajo no. 130. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 85 p.
- Hildebrand P.E. 1984. Modified stability analysis of farmer managed on-farm trials. *Agron. J.* 76:271-274.