

DISTINCIÓN, HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD MEDIANTE CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA EN VARIEDADES DE AMARANTO*

DISTINCTNESS, UNIFORMITY AND STABILITY BY MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION IN AMARANTH VARIETIES

Ma. Elena Ramírez^{1§}, Aquiles Carballo Carballo¹, Amilio Santacruz Varela¹, Víctor Conde Martínez¹, Eduardo Espitia Rangel² y Félix González Cossío¹

¹Programa en Producción de Semillas. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, km 36.5. Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. Tel. y Fax. 01 595 952 02 62. (carballo@colpos.mx), (asvarela@colpos.mx), (vconde@colpos.mx), (felixgc@colpos.mx). ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (espitia.eduardo@inifap.gob.mx). [§]Autora para correspondencia: era1311@gmail.com.

RESUMEN

Con el objetivo de valorar procedimientos para la evaluación de distinción, homogeneidad y estabilidad en variedades vegetales con fines de protección a derechos del obtentor, el presente estudio se realizó en los ciclos agrícolas primavera-verano 2006 y 2007, en lotes experimentales del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas; se utilizaron 10 variedades de amaranto, cinco provenientes de Hungría y tres de México, todas con protección a derechos de obtentor, una variedad de Brasil y otra de México para evaluar la distinción, consideradas como candidatas. La caracterización morfológica se realizó de acuerdo a la guía TG/247/1 para la descripción varietal en amaranto, que consta de 40 caracteres. Para el examen de distinción, homogeneidad y estabilidad, se utilizó el sistema de agrupamiento del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. En el agrupamiento de variedades, resultó que ocho de diez variedades cumplen con la distinción, pero dos (Roza y BRS-Alegría) no cumplen porque resultan morfológicamente parecidas. Las variedades Maros y Eniko resultaron iguales; no obstante, ambas muestran rasgos que las distinguen, la variedad Maros expresa pigmentación en el utrículo en la fase de llenado de grano; además 10% de las inflorescencias muestran manchas irregulares de color rojo conocida como variegación. Por otra parte, del 25 al 40% de las plantas presentan

ABSTRACT

This study was carried out in order to value procedures for the evaluation of the distinctness, uniformity and stability in plant varieties, so as to protect the obtainer's rights, and it was carried out in two spring-summer agricultural cycles in 2006 and 2007 in experimental fields at Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Ten amaranth varieties were used, five from Hungary and one from Mexico, all with the protection of the obtainer's rights, one variety from Brazil and another one from Mexico, to evaluate the distinction, considered as candidates. Morphological characterization was carried out according to the guide TG/247/1 for the varietal description in amaranth, composed of 40 characters, and of which Mexico is a member since 1997. The system of the National Inspection and Certification Seeds Service was used for the distinctness, uniformity and stability test; in this way eight out of ten varieties complied with the distinction, although two (Roza and BRS-Alegría) do not, since they are morphologically similar. The varieties Maros and Eniko resulted the same, yet they show traits that distinguish them, the Maros variety shows pigmentation in the utricle in the grain-filling phase; also, 10% of inflorescences show irregular red stains, known as variegation. On the other hand, 25 to 40% of plants show pigmentation on the base of the stem; as for

* Recibido: diciembre de 2009
Aceptado: agosto de 2010

pigmentación en la base del tallo; con respecto a la homogeneidad, las variedades expresaron en cada ambiente los caracteres que las definen; sin embargo, aquellos que son cuantitativos con tipo de observación de medición de varias plantas o partes de plantas individuales, no cumplen con la estabilidad. Se evaluaron seis caracteres a través del análisis combinado interanual de distinción, destacando que la calificación que se otorga a los caracteres tomados en campo, no corresponden a la diferenciación de una variedad.

Palabras clave: amaranto, protección de variedades, pruebas de distinción, uniformidad y estabilidad.

INTRODUCCIÓN

El género *Amaranthus* se ha cultivado desde hace 7 000 a 5 000 años A. de C. En África, América Central, Asia, México y Sudamérica; se han reemplazado los materiales criollos por selecciones cuyas características son prometedoras para obtener cultivos más homogéneos y de mayor producción (Paredes, 1994). En la actualidad su importancia radica en su alto contenido proteínico y por la cantidad de aminoácidos esenciales para el hombre; en este sentido las especies más importantes en la producción de grano son: *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus caudatus* (Coimbra y Saleman, 1994). El cultivo del amaranto presenta en común diversos rasgos con múltiples caracteres, que se pueden usar para definir razas dentro de las especies a partir del origen geográfico y de la morfología.

La Research Center fue la primera en agrupar accesiones basadas en caracteres morfológicos en común (Kauffman y Reider, 1983). La diversidad genética del amaranto está relacionada en gran parte por datos arqueológicos, históricos y morfológicos; desde el punto de vista agronómico y comercial la caracterización del germoplasma se basa en caracteres de alta y baja heredabilidad, siendo la principal limitante la influencia ambiental. Su clasificación taxonómica es difícil, porque consideran características como la pigmentación que presenta amplia segregación y el tamaño de la planta que depende de la duración de la luz solar y otras variables ambientales; además, la planta de amaranto presenta mucha plasticidad (Espitia, 1986).

Las pruebas de distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE), son un requerimiento a cumplir para obtener el título de obtentor, y con ello la protección legal a este derecho; siendo hasta ahora los caracteres morfológicos la

uniformity, the varieties expressed the characteristics that define them in each environment. However, those that are quantitative, with an observation of the measurement of several plants or parts of individual plants, do not comply with the stability. Six characteristics were evaluated using a distinction interannual combined analysis, with the particularity that the grade given to the characteristics taken on the field does not correspond to the differentiation of a variety.

Key words: amaranth, distinction test, protection of varieties, uniformity and stability.

INTRODUCTION

The genus *Amaranthus* has been planted since 7 000 to 5 000 BC. In Africa, Central America, Asia, Mexico and South America, creole materials have been replaced by selections with promising characteristics for more homogenous harvests with greater yields (Paredes, 1994). Its current importance lies in its high protein contents and in the amount of amino acids, which are vital for humans. In this sense, the most important species for the production of this grain are *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus caudatus* (Coimbra and Saleman, 1994). Amaranth plantation displays several traits with multiple characteristics which can be used to define breeds within the species with the geographic origin and morphology.

The Rodale Research Center was the first to group accessions based on common morphological characteristics (Kauffman and Reider, 1983). The genetic diversity of amaranth is widely related by archaeological, historical and morphological data; from the agricultural and commercial point of view, the characterization of germoplasm is based on high and low hereditability characteristics, with environmental influence as the main obstacle. It is difficult to taxonomically classify, since it would consider characteristics such as pigmentation that presents wide segregation, and the size of the plant, that depends on the hours of sunlight and other environmental variables. Finally, the amaranth plant has high plasticity (Espitia, 1986).

The distinction, uniformity and stability (DUS) tests are a requirement to become an obtainer and therefore the legal protection of this right. The bases for the DUS tests are the morphological characteristics, and the tests must

base para el examen DHE, con el cual debe probarse que una variedad cumple con los tres criterios siguientes: a) distinta, al considerar que sea claramente diferente de toda la colección de variedades de referencia; b) uniforme, si las plantas fuera de tipo no excede el mínimo permitido y si los caracteres se mantienen a través de los diversos ambientes y del tiempo; y c) estable, siempre y cuando se mantengan todos los caracteres a través de su reproducción.

Los procedimientos a seguir son determinados por la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), de la cual México es miembro desde 1997. Independientemente si se busca o no la protección legal, para que una nueva variedad pueda ser registrada debe cumplir con este procedimiento, para lo cual el obtentor debe caracterizar la nueva variedad, tal como indica la UPOV en el acta de 1991, en el sentido que una variedad se define por sus caracteres. Para aceptar a una variedad como distinta, la UPOV indica que basta la diferencia en un solo carácter al compararla con otras variedades; no obstante, en México el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) considera que este criterio es insuficiente, y aplica como distancia mínima la suma de diferencias mayor a 10 entre los niveles de expresión de los caracteres; así, cuando ocurre que esta suma es menor o igual a 10, se analizan los tipos de caracteres que presentan estas diferencias, y en caso de que sean cuantitativos e influenciados por el ambiente, se solicita al obtentor que proporcione caracteres adicionales para diferenciar mejor la variedad.

Dada la necesidad de probar la efectividad de la evaluación basada en caracteres morfológicos, con fines de identidad y distinción; en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos: evaluar el comportamiento de caracteres descriptivos, en pruebas de distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE) y, probar si la estabilidad en el comportamiento de un carácter es sinónimo de homogeneidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización se realizó en la localidad de Montecillo, Texcoco, Estado de México; en el ciclo primavera-verano de 2006 y 2007. El material vegetal utilizado estuvo constituido por ocho variedades protegidas en cuanto a derechos de obtentor; de México: Rojita, Nutrisol y Revancha de la especie *A. hypochondriacus*; de Hungría: Roza, Reka, Edit, Maros y Eniko de la especie *A. mantegazzianus*; más dos Maros y Eniko de la especie *A. mantegazzianus*; más dos

prove that a variety complies with the following criteria: a) it must be clearly different to all the collection of reference varieties; b) it must be even, if the out-of-type plants do not exceed the minimum permitted and the characteristics are maintained through the different environments and time; and c) they must be stable, so long as all the characteristics are maintained throughout its reproduction.

Procedures are determined by the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV), of which Mexico has been a member since 1997. Regardless of the search for legal protection, for a new variety can be registered, it must comply with this procedure, and the obtainer must characterize the new variety, as stated by the UPOV 1991 act, in the sense that a variety is defined by its characteristics. To accept a variety as new, the UPOV stated that one character must be different to other varieties. However, in Mexico, the National Seeds Inspection and Certification Service (SNICS) considers this criterion insufficient, and applies as the minimum distance the sum of differences greater than 10 between levels of expression of the characteristics. So when this sum is less than or equal to 10, the types of characteristics with these differences are analyzed, and if they are quantitative and influenced by the environment, the obtainer is requested to provide additional characteristics to differentiate the variety better.

Given the need to prove the effectiveness of the evaluation based on morphological characteristics for identity and distinction, the aim of this investigation was to evaluate the behavior of descriptive characteristics in distinction, uniformity and stability (DUS) tests and test if stability in the behavior of a characteristic necessarily means uniformity.

MATERIALS AND METHODS

The characterization was carried out in Montecillo, Texcoco, State of Mexico; during the 2006 and 2007 spring-summer cycles. The plant material used was made up of eight Mexican varieties, protected in terms of obtainer rights: Rojita, Nutrisol and Revancha, of the species *A. hypochondriacus*; from Hungary: Roza, Reka, Edit, Maros and Eniko of the species *A. mantegazzianus*; along with two candidate varieties: BRS-Alegria and Mariel, from Brazil and Mexico, respectively. These

variedades candidatas: BRS-Alegria y Mariel, provenientes de Brasil y México respectivamente. Las variedades antes mencionadas con excepción de Mariel, fueron otorgadas a México como país miembro de la UPOV, para su evaluación y en apoyo a la elaboración de la guía para la descripción varietal de amaranto. Mariel es una variedad nueva producto del mejoramiento genético que se conduce en el Colegio de Postgraduados de Ciencias Agrícolas (CP).

Las siembras se realizaron en parcelas de cinco surcos, durante dos ciclos agrícolas: primavera-verano 2006 (lote C-6) y primavera-verano 2007 (lotes predio nuevo y C-6), en tres fechas de siembra que fueron las mismas en ambos lotes; la siembra se realizó en forma manual depositando 1 ml de semilla por cada cinco metros en forma de banda en el lomo del surco; posterior a la emergencia se realizó un aclareo dejando una planta cada 40 cm.

Evaluación de la DHE. La evaluación morfológica de las variedades de amaranto, se realizó de acuerdo a procedimientos aprobados por la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV, 2002), utilizando la Guía TG/247/1 para la descripción varietal de amaranto (UPOV, 2008), la cual está compuesta de 40 caracteres. Para mayor comprensión en los criterios y procedimientos adoptados para la evaluación, se utilizó material vegetal representativo, el cual visiblemente mostró excelente estado vigoroso y no afectado por plagas o enfermedades.

Análisis de la distinción. La examinación de la distinción se realizó en relación con todas las variedades notoriamente conocidas.

Análisis de la homogeneidad. La homogeneidad se evaluó mediante la presencia o no de plantas fuera de tipo, así como en la uniformidad en sus caracteres pertinentes. Para la evaluación de la estabilidad, se consideró el criterio que se maneja en la UPOV, en el sentido que cuando una variedad haya demostrado ser homogénea, también puede considerarse estable.

Análisis estadístico. Se utilizó el sistema SNICS de agrupación de variedades (SISNAVA), el cual se basa en la suma de diferencias entre los valores que presentan los niveles de expresión de los caracteres descriptivos. Este sistema comparó cada una de las variedades contra el resto de los materiales evaluados y con los datos obtenidos se elaboró una matriz de doble entrada, la cual facilitó observar las diferencias en valores absolutos que indican la distinción (Figura 1).

varieties, with the exception of Mariel, were given to Mexico, as a member of UPOV, for evaluation and in support in the creation of the guide for the varietal description of amaranth. Mariel is a new variety, produced by genetic improvement conducted in the Colegio de Postgraduados (CP).

Seeds were sown in five-furrow fields during two agricultural cycles: spring-summer 2006 (plot C-6) and spring-summer 2007 (new field plots and C-6), in three planting dates, which were the same for both plots. Planting was done by hand, placing 1 ml of seeds for every 5 m in a strip on the back bone of the furrow, and after emergence, a thinning process was performed, leaving one plant every 40 cm.

Evaluation of the DUS. The morphologic evaluation of the amaranth varieties was performed according to the procedures approved by the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV, 2002), using Guide TG/247/1 for the varietal description of amaranth (UPOV, 2008), which is composed of 40 characteristics. For a better understanding of the criteria and the procedures used for the evaluation, representative plant material was used, which noticeably showed an excellent vigor and was not affected by plagues or diseases.

Distinction analysis. Distinction was examined in relation to all the notoriously known varieties.

Uniformity analysis. Uniformity was evaluated using the presence or absence of out-of-type plants, as well as the uniformity of the pertinent characteristics. For the evaluation of stability, the criterion used by UPOV was considered, in the sense that when a variety proved to be homogenous, it was also considered stable.

Statistical analysis. The SNICS system for the grouping of varieties (SISNAVA) was used, which is based on the sum of differences between varieties of the descriptive values. This system compared each of the varieties with the rest of the materials evaluated, and with the data obtained, a double entry matrix was created, which helped observe the difference in absolute values that point out the distinction between the varieties (Figure 1).

For this analysis, only five environments were considered, due to problems that forced us to suspend the pickup of data during the phase of maturing of the third planting

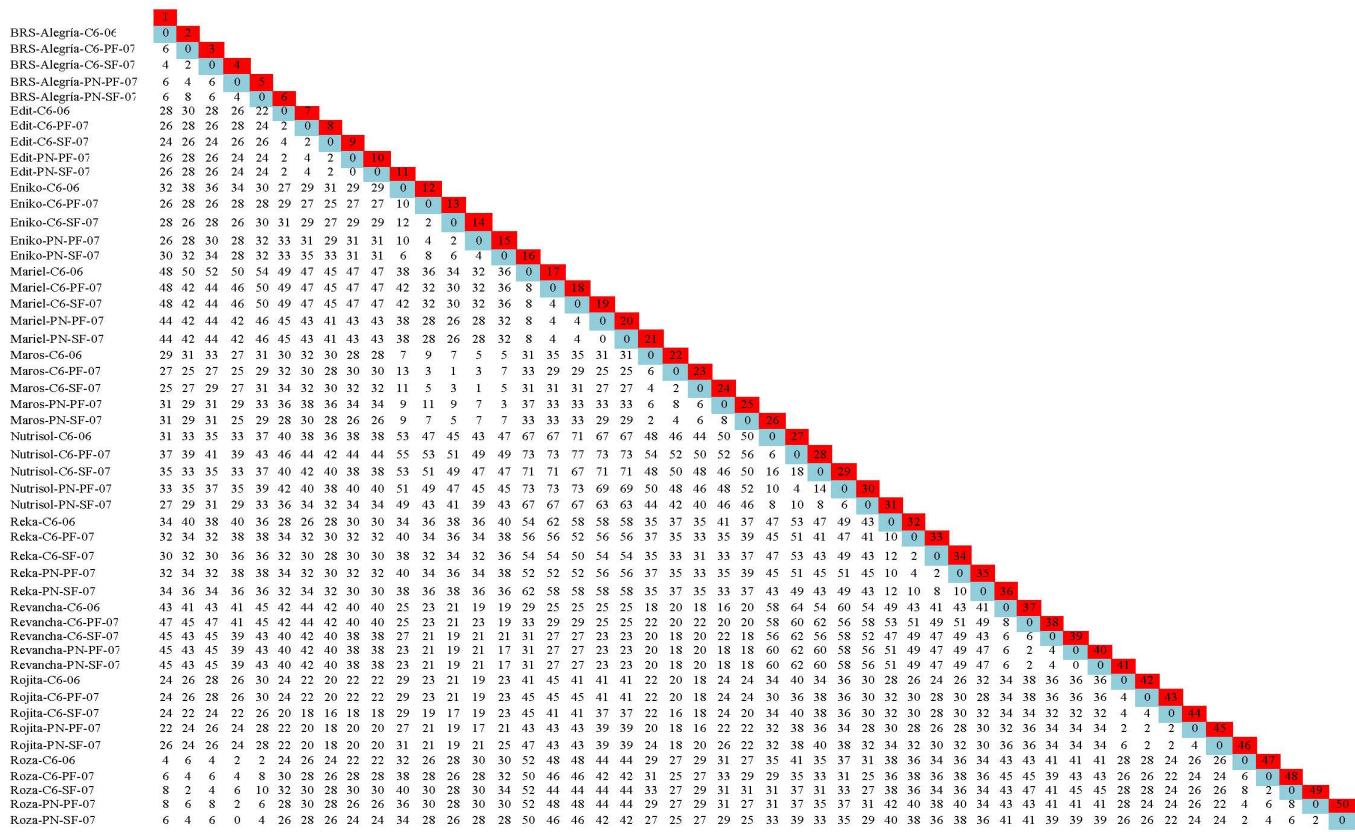


Figura 1. Análisis del SISNAVA mediante comportamiento entre y dentro de diez variedades de amaranto en cinco ambientes, a partir de las sumas de diferencias de 40 caracteres evaluados.

Figure 1. Analysis of the SISNAVA using the behavior between and within 10 amaranth varieties in five environments, from the sums of differences of 40 characteristics evaluated.

Para hacer este análisis, se consideraron sólo cinco ambientes, por problemas que impidieron la finalización en la toma de datos en la etapa de maduración de la tercera fecha de siembra. Para otorgar la calificación de un carácter se consideró la moda. También se empleó el análisis combinado interanual de distinción (COYD), en el que se considera la variación entre años de los caracteres cuantitativos. Este análisis se basa en el análisis de varianza para obtener la diferencia mínima significativa con una t_p de tablas t de Student a una probabilidad de $p= 0.01$, el cual fue propuesto por el grupo de trabajo en cómputo y sistemas de la UPOV (TWC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización morfológica

En la Figura 1 se observan los resultados en doble entrada obtenidos con el SISNAVA, que muestra las diferencias

date. The grade a characteristic, the mode was considered and the analysis combined over years distinctness (COYD), which considers the variation in years of the quantitative characteristics. This analysis is based on the variance analysis for the minimum significant difference with a t_p of Student t tables at a probability of $p= 0.01$, which was proposed by the Technical Working Party on Automation and Computer Programs of the UPOV (TWC).

RESULTS AND DISCUSSION

Morphological characterization

Figure 1 shows the results in double entry obtained with SISNAVA, which shows the differences obtained in the 10 varieties evaluated in five environments, in which the distinction between them is clearly visible; most

en las 10 variedades evaluadas en cinco ambientes; en la que se aprecia la distinción entre éstas, destacando que la mayor distancia morfológica la presenta la variedad Mariel en el ambiente C6-SF-07 y Nutrisol cuando se estableció en C6-PF-07 con 77 unidades y la distinción más baja se encuentra en las variedades Maros y Eniko, con una unidad en los ambientes C6-PF-07 y C6-SF-07, así como en PN-PF-07 y C6-SF-07; BRS-Alegría y Roza con cero unidades en los ambientes PN-SF-07 y PN-SF-07.

En cuanto a las distancias mínimas entre variedades, aun no se ha establecido un límite; sin embargo, mientras más sea la distancia, hay más elementos para proteger los derechos de obtentor y para sustentar la propiedad en caso de plagio de las mismas. No obstante, para garantizar la protección de cada variedad se exigen distancias demasiado grandes, que propiciaría a un menor estímulo y oportunidad para el desarrollo de los cultivos y puede conducir a un monopolio, inhibiendo la liberación de otras variedades de la misma especie.

Las variedades BRS-Alegría y Roza, provenientes de Brasil y Hungría respectivamente, muestran similitud en sus caracteres a través de los ambientes de evaluación; señalando además que las diferencias que se dan dentro y entre variedades, se deben a los caracteres cuantitativos con tipo de observación de medición de varias plantas o partes de plantas individuales (MS), los cuales son muy similares entre sí, pues las sumas de sus diferencias van de 0 a 10 en los cinco ambientes de evaluación.

Cabe mencionar que la variedad Roza se encuentra en la base de datos de variedades registradas en la UPOV, mientras que la variedad BRS-Alegría no lo está; planteando la posibilidad que sean una misma variedad, al no haber antecedentes de esta última; por lo anterior, es importante realizar la caracterización de las variedades de interés y registrarlas ante las autoridades correspondientes de cada país; asimismo, habrá que realizar evaluaciones en diversos ambientes, para tener conocimiento de posibles cambios que se puedan manifestar en los caracteres que se identifican y distinguen, considerando que muchos caracteres se expresan de acuerdo a las condiciones ambientales que prevalecen en un lugar determinado.

Por otra parte, es recomendable contar con la caracterización de las variedades en su respectivo país de origen y compararla con caracterizaciones que se realizan en otros; pues acorde a lo que se observa en la Figura 1, las variedades BRS-Alegría y Roza son morfológicamente iguales a pesar de provenir de lugares diferentes.

noticeable is the morphological distance displayed by the variety Mariel in environment C6-SF-07 and Nutrisol when it was established in C6-PF-07 with 77 units, and the lowest distinction was found in the varieties Maros and Eniko, with one unit in the environments C6-PF-07 and C6-SF-07, as well as in PN-PF-07 and C6-SF-07; BRS-Alegría and Roza with zero units in the environments PN-SF-07 and PN-SF-07.

There has not yet been a range established for the differentiation between variables; however, as the distance between varieties increases, there are more elements to protect the obtainer rights and support the property should it be plagiarized. Nevertheless, in order to guarantee the protection of each variety, there is a demand for distances that are too big, which would lead to a lower stimulus and opportunity for crop development, and may lead to a monopoly, inhibiting the release of other varieties of the same species.

The varieties BRS-Alegría and Roza, Brazilian and Hungarian respectively, show similar characteristics through the evaluation environments; the difference between and within varieties are due to the quantitative characteristics with an observation type of the measurement of several plants or parts of individual plants (MS), which are very similar, since the sum of their differences range from 0 to 10 in the five evaluation environments.

It is worth mentioning that the variety Roza is found in the database of varieties registered in UPOV, whereas variety BRS-Alegría is not; this presents the possibility that they are the same variety, since there are no antecedents of the latter; it is important to characterize the varieties of interest and register them with the authorities of each country, as well as to evaluate in different environments to know possible changes that could take place in the characteristics identified and distinguished, considering that many of them are expressed according to environmental conditions that prevail in a determined place.

On the other hand, it is worth while to have the characterization of the varieties in their country of origin and compare it to characterizations performed elsewhere, since as we can see from Figure 1, varieties BRS-Alegría and Roza are morphologically alike, despite their different places of origin.

Caso contrario ocurre con las variedades Maros y Eniko, de cuya comparación se infiere que son muy similares; sin embargo, la variedad Maros, al inicio del llenado de grano presenta pigmentación en el opérculo, que es la capa dehiscente que cubre a la semilla, dando esta coloración un aspecto pardo a la inflorescencia en la etapa de madurez, además que aproximadamente 10% de las inflorescencias presentan pigmentación roja de forma heterogénea; llamándose este aspecto de manera común “Payasito” (Figura 2); por lo tanto, para evitar posibles sesgos en la toma de decisiones es necesario complementar la información en el cuestionario técnico que describa totalmente a esa variedad, en caso que existan dudas en la diferenciación y no se reporten todas las variantes que expresa en los diferentes ambientes, puede ocurrir que otra persona la registre con otra denominación como suya.

The opposite occurs with varieties Maros and Eniko, the comparison of which showed that they are very similar; however, the variety Maros, at the beginning of the grain-filling phase, has pigmentation in the operculum, which is the dehiscent layer that covers the seed, and its color gives a darker look to the inflorescence in the stage of maturity; plus, approximately 10% of the inflorescences have a red pigmentation, heterogeneously, commonly called “Payasito” (clown) (Figure 2). Therefore, in order to avoid possible biases in decision-making, it is necessary to complement the information in the technical questionnaire, so it describes the variety completely, in case there are doubts in the differentiation, and not all the variants expressed in the different environments are reported; someone else may register it their own, under another name.



A)



B)

Figura 2. Diferencias en la inflorescencia entre la variedad Maros (A) y Eniko (B).

Figure 2. Differences in the inflorescences of varieties Maros (A) and Eniko (B).

Otra característica distintiva de Maros, es que presenta pigmentación antociánica en la base del tallo (25 al 40%). Tal como se muestra en la Figura 2, estas variedades son muy similares entre sí y posiblemente fueron derivadas de una fuente común; al respecto Van Eeuwijk y Law (2004), mencionan que durante el proceso de formación de una nueva variedad, puede suceder que se altere el número de caracteres y por lo tanto, pasa una prueba de distinción como nueva variedad, aun cuando no se altera mayormente la estructura genética y entonces a la nueva variedad se le denomina “esencialmente derivada”, lo cual puede probarse utilizando técnicas más finas tales como marcadores moleculares.

Another distinctive characteristic of Maros it has an anthocyanin pigment in the base of the stem (25 to 40%). As shown in Figure 2, these varieties are very similar, and possibly come from a common source; on this matter, Van Eeuwijk and Law (2004) mention that during the process of the formation of another variety, the number of characteristics may be altered, and may pass a distinction test as a new variety, even when there is no major alteration of the genetic structure, and in these cases, the new variety is known as “essentially derived”, which can be proven using sophisticated techniques such as molecular markers.

Esta situación puede presentarse a partir de una alta heterogeneidad que incremente sustancialmente las diferencias entre las accesiones de la misma línea (Romero-Severson *et al.*, 2001; Gethi *et al.*, 2002), proporcionando con ello la posibilidad de declarar a un variedad esencialmente derivada independientemente de la variedad inicial (Heckeberger *et al.*, 2002).

Por otra parte, las variedades Nutrisol, Reka y Eniko muestran sumas de diferencias mayores a 10, que de acuerdo a los lineamientos ya mencionados, pueden considerarse como variedades distintas. Estas diferencias son dadas por caracteres cuantitativos con tipo de observación MS y medición única de un grupo de plantas o partes de plantas (MG), los cuales son influenciados por el ambiente, que trae como consecuencia que la misma variedad pueda tener un comportamiento distinto; estas diferencias pueden explicarse en base a la plasticidad morfológica que presenta el amaranto (Hauptli, 1977; Putman, 1990).

En el Cuadro 1 se presentan las calificaciones y sumas de diferencias entre ambientes para Nutrisol, Reka y Eniko, considerando 10 caracteres cuantitativos y cuyas diferencias son mayores a 10; para evitar posibles errores es conveniente analizar en qué caracteres se manifiestan las diferencias antes de considerar a una variedad como diferente y estable.

Cuadro 1. Diferencias en 10 caracteres cuantitativos para tres variedades evaluadas en cinco ambientes: 1 (C6-06), 2 (C6-PF-07), 3 (C6-SF-07), 4 (PN-PF-07) y 5 (PN-SF-07).

Table 1. Diferences in 10 quantitative characteristics cuantitativos for 3 varieties evaluated in five environments: 1 (C6-06), 2 (C6-PF-07), 3 (C6-SF-07), 4 (PN-PF-07) and 5 (PN-SF-07).

Caracteres por ambientes	Nutrisol						Reka				Eniko		
	1	3	2	3	3	4	1	3	1	5	1	3	
4. Hoja joven: longitud	7	3	7	3	3	7							
5. Hoja joven: anchura	5	3	7	3	3	7	3	5	3	5	7	5	
6. Hoja joven: proporción largo-anchura	7	3	7	3	3	5	5	3	5	3	3	5	
13. Planta: época de aparición de la inflorescencia				7	5	5	7						
14. Planta: época de floración												5	3
28. Inflorescencia: número de flores femeninas por glomérulo									7	5	7	5	7
32. Inflorescencia: longitud	5	3	5	3						3	5		
33. Planta: época de madurez	5	7						3	5	3	5	3	5
34. Planta: longitud									5	3			
40. Peso de 1 000 semillas	5	3	5	3	3	5	5	3	5	3			
Suma de diferencias	16		18		14		12		12		12		

This situation could be due to a high heterogeneity that increases the different accession of the same line substantially (Romero-Severson *et al.*, 2001; Gethi *et al.*, 2002). This helps declare a variety as essentially derived, regardless of the initial variety (Heckeberger *et al.*, 2002).

On the other hand, Nutrisol, Reka and Eniko varieties show difference sums of over 10, which, according to the mentioned guidelines, could be considered different varieties. These differences are given by quantitative characteristics, with an observation type of MS and a single measurement of a group of plants or parts of plants (MG), which are influenced by the environment, which leads to the same variety having a different behavior. These differences could be explained by the morphological plasticity of amaranth (Hauptli, 1977; Putman, 1990).

Table 1 shows the marks and sums of differences between environments for Nutrisol, Reka and Eniko, considering 10 quantitative characteristics, with differences greater than 10; to avoid possible errors, it is worth analyzing in which characteristics the differences are displayed, before considering a variety as stable and different.

El Cuadro 1 fortalece la necesidad de caracterizar las variedades en dos ciclos de crecimiento similares. En la variedad Nutrisol hay una diferencia de 18, 16 y 14 unidades entre ambientes y años de evaluación, debido que en C6-06 hubo mayor desarrollo en los caracteres; hoja joven: longitud (HJL), hoja joven: anchura (HJA), hoja joven: proporción largo-anchura (HJPLA), inflorescencia: longitud (IL), planta: época de madurez (PEM) y peso de mil semillas (PMS), con respecto a los ambientes C6-SF-07; un comportamiento similar ocurrió con respecto a los ambientes C6-PF-07 y C6-SF-07 adicionando diferencias en los caracteres de planta: época de floración (PEF) e IL para un total de 16; esta variedad mostró también la suma de diferencias de 14 en los ambientes C6-SF-07 y PN-PF-07; siendo notables las diferencias en comportamiento con respecto a ambientes y fechas de siembra, mostrando menor desarrollo en las siembras realizadas en el mes de julio.

En la variedad Reka se obtuvo una población menor a 20 plantas por parcela; posiblemente por ser de doble propósito, y que como tal requiere de un manejo ornamental como el sombreado y una desinfección del terreno a la siembra; esto se refleja mejor en siembras tardías de junio y julio que en mayo para algunos caracteres como: HJA, IL y planta: longitud (PL); los caracteres: HJPLA, INFFG y PMS. No obstante, Reka conservó los caracteres y se diferenció perfectamente de las demás variedades; además, en las siembras realizadas en 2008 en los lotes C6 y PN, se obtuvo una población mayor a 20 plantas con buen aspecto en sanidad y muy vigorosas, que llegaron a la madurez fisiológica.

Eniko presentó menor desarrollo para el carácter HJPLA y menor tiempo en PEM; para este carácter en particular, favoreció el ciclo a madurez fisiológica en cuanto las siembras se realizan en mayo; caso contrario presentó Nutrisol, ya que su madurez fue precoz al sembrar en junio con 146 días; mientras que al sembrar en mayo, su ciclo es tardío con 165 días; al respecto, la NRC (1984) menciona que muchos amarantos son sensibles a la duración de la luz solar, de tal forma que *A. hypochondriacus* requiere de días con fotoperiodo corto para poder alcanzar la madurez, en tanto *A. cruentus*, que proviene de Nigeria, las semillas se forman rápidamente cuando se siembra en condiciones de días con fotoperiodo largo; siendo este el caso de Reka y Eniko que se comportaron como de esta especie, pero están clasificados como *A. caudatus*; siendo que ésta es reconocida como de días con fotoperiodo corto, ya que usualmente florece y forma semillas únicamente cuando la duración de la luz solar es menor a ocho horas.

Table 1 reinforces the need to characterize the varieties in two similar growth cycles. In the variety Nutrisol there is a difference of 18, 16 and 14 units between environments and years of evaluation, since in C6-06 there was a greater development of the characteristics of: young leaf: length (HJL), young leaf: width (HJA), young leaf: length-width proportion (HJPLA), inflorescence: length (IL), plant: season of maturity (PEM) and weight of one thousand seeds (PMS), in regard to the environments C6-SF-07. A similar behavior was observed in the environments C6-PF-07 and C6-SF-07, adding differences in the plant characteristics: flowering period (PEF) and IL for a total of 16; this variety also showed a sum of differences of 14 in environments C6-SF-07 and PN-PF-07, and the differences in behavior were prominent for environments and planting dates, with plantations carried out in July presenting a lower development.

The variety Reka displayed a population of less than 20 plants per field, possibly because it had a dual purpose, and as such, requires an ornamental treatment, such as shade and a disinfestation of the terrain when planting. This reflects better in late plantations in June and July than in May for characteristics such as: HJA, IL and plant: length (PL); and characteristics: HJPLA, inflorescence: number of flowers by glomerule (INFFG) and PMS. However, Reka kept the characteristics and was perfectly distinguished from the other varieties. Also, in the plantations carried out in 2008 in plots C6 and PN, population surpassed 20 plants, with an adequate aspect and very vigorous, which reached physiological maturity.

Eniko presented less development for the characteristic of HJPLA and less time in PEM; for this particular characteristic, the cycle favored the physiological maturity since the plantations were carried out in May; the opposite occurred for Nutrisol, which showed precocious maturity (146 days); after being sowed in June, whereas after sowing in May its cycle is 165 days long; in regard to this, the NRC (1984) mentions that many amaranths are sensitive to the duration of sunlight, so *A. hypochondriacus* requires short light periods to reach maturity, whereas for *A. cruentus*, which comes from Nigeria, seeds form quicker when planted in days with more hours of sunlight. This is the case of Reka and Eniko, that showed the behavior of this species, yet are classified as *A. caudatus*, since this is known to have less hours of sunlight, due to its flowering and forming seeds only when sunlight lasts less than eight hours.

Finalmente en los caracteres HJA, PEF e INFFG, se presentó una mayor proporción en la siembra realizada en C6-06. Con base a lo anterior y para el caso amaranto, es necesario ampliar el número de unidades que diferencian a una variedad, ya que con los datos obtenidos se comete el error en la decisión que una misma variedad es diferente de acuerdo al SISNAVA; de esta forma considerando que se encontraron sumas de hasta 18 unidades de diferencias entre las caracterizaciones de una misma variedad; se propone ampliar a 20 el límite que obligue a evaluaciones adicionales para decidir que una variedad candidata es distinta de las ya registradas.

Este comportamiento se presenta por efectos ambientales que afectan tanto a caracteres cuantitativos como caracteres cualitativos. En el caso de estos últimos, deben considerarse aquellos factores que puedan modificar tanto la expresión presencia *versus* ausencia, como la gama de variación en los niveles de expresión cuando están presentes; tal es el caso de las antocianinas que son afectadas en la intensidad de su color por temperaturas altas y son favorecidas por la luminosidad (Kliewer and Torres, 1972).

Por lo tanto surge la gama de expresión de caracteres y se asignen notas: 3, 5 y 7, que expresen el color y su grado de variación, ya que debe haber una distribución equilibrada en la expresión del carácter; además es más fácil identificar los niveles de acuerdo a la gama estándar (3, 5, 7 y 9) que la versión 1 a 9 (UPOV, 2008); además de considerar que la calificación del carácter también depende en gran medida de la parte de la planta en que se realice dicha calificación, siendo que la mayor concentración de antocianinas se encuentra en las hojas apicales en comparación con las hojas medias y basales, debiendo considerarse, adicionalmente que las concentraciones se incrementan en la madurez (Khandaker *et al.*, 2009).

El análisis de varianza del Cuadro 2, muestra diferencias altamente significativas en los caracteres cuantitativos, lo cual es reflejo de la inestabilidad en la expresión de estos caracteres en las diez variedades e indica que son influenciados por el ambiente, de tal forma que una misma variedad muestra diferencias significativas a través de éstos. Las variedades Rojita, Revancha, Roza, Edit, Maros y Eniko presentaron un coeficiente de variación menor o igual a 15% en los caracteres HJL, HJA y HJPLA, que se interpreta en el sentido que estas variables presentan mayor uniformidad en la etapa joven de las plantas; las variedades Nutrisol, Reka, BRS-Alegria y Mariel, muestran un coeficiente adecuado de 16 a 18%, en algunos de los caracteres antes mencionados.

Finally, for characteristics HJA, PEF and INFFG, there was a higher proportion for plants on C6-06. Based on this, and for the case of amaranth, it is necessary to broaden the number of units that differentiate a variety, since according to the data obtained; a mistake is made in the decision of a same variety being different according to SISNAVA. In this way, considering that sums were found of up to 18 units of difference between the characterizations of a same variety, the proposal is to move up to 20 the limit that forces additional evaluations to decide that a candidate variety is different to those already registered.

This behavior is due to environmental effects that affect quantitative and qualitative characteristics. In the case of the latter, factors that can affect the expression of presence *versus* absence must be considered as the range in variation of the expression levels when they are present; such is the case of the anthocyanins, which are affected in the intensity of their color by high temperatures and favored by luminosity (Kliewer and Torres, 1972).

The range of the expression of characteristics arises, and marks are assigned: 3, 5 and 7, to express the color and the degree of variation, since there must be a balanced distribution in the expression of the characteristics; it is also easier to identify levels according to the standard range (3, 5, 7 and 9) than the 1 to 9 version (UPOV, 2008); the marks of the characteristics also depends to a large extent on the part of the plant marked, since the largest concentration of anthocyanins is found in the apex leaves, unlike the middle and base leaves; also, the fact that the concentrations increase with maturity must also be taken into account (Khandaker *et al.*, 2009).

The variance analysis in Table 2 shows highly significant differences in all the variables evaluated, which is a sign of the instability in the expression of these characteristics in the 10 varieties, and shows that they are influenced by the environment, which is why a single variety shows significant differences through them. Varieties Rojita, Revancha, Roza, Edit, Maros and Eniko presented a variation coefficient lower or equal to 15% for characteristics HJL, HJA and HJPLA, which can be interpreted as these variables showing greater uniformity in the younger stage of the plants; varieties Nutrisol, Reka, BRS-Alegria and Mariel show an adequate coefficient of 16 to 18% for some of the characteristics mentioned above.

Cuadro 2. Análisis de varianza en diez caracteres cuantitativos de 10 variedades de amaranto evaluadas en siete ambientes.
Table 2. Variance analysis in 10 quantitative characteristics of amaranth evaluated in seven environments.

Variables	Rojita	Nutrisol	Revancha	Roza	Reka										
	CME	X	CV (%)	CME	X	CV (%)	CME	X	CV (%)	CME	X	CV (%)			
HJL	1.1 (<.0001)	7.7	3.6	1.83 (<.0001)	9	14.9	1.48 (<.0001)	8.7	13.9	1.135 (<.0001)	8.6	12.3	1.675 (<.0001)	7.6	16.87
HJA	4.4 (<.0001)	14.1	0.833 (<.0001)	5	17.9	0.49 (<.0001)	5.4	12.9	0.428 (<.0001)	5.3	12.3	0.592 (<.0001)	4.3	17.86	
HJPLA	0.033 (<.0004)	1.7	10.3	0.09 (<.0241)	1.8	16.9	0.04 (<.0001)	1.6	0.37	0.017 (<.0071)	1.6	8.1	0.063 (<.0005)	1.8	13.84
PEAI	0 (<.0001)	53	0	0 (<.0001)	71	0	0 (<.0001)	53.4	0	0 (<.0001)	54.5	0	0 (<.0001)	55.3	0
PEF	67.8 (<.0001)	0	0 (<.0001)	87.7	0	0 (<.0001)	68.7	0	0 (<.0001)	68	0	0 (<.0001)	71.0	0	
INFFG	442.47 (<.0001)	59.2	35.5	1004.57 (<.0001)	40.9	77.4	816.9 (<.0001)	79.9	35.7	959.81 (<.0001)	101.3	30.5	1587.35 (<.0001)	127.3	31.2
IL	233.49 (<.0005)	61.3	24.9	268.32 (<.0004)	62.4	26.2	115.01 (<.0071)	48.7	22	124.766 (<.0001)	54.7	20.3	517.122 (<.0008)	53.2	42.6
PEM	0 (<.0001)	126.4	0	0 (<.0001)	151.8	0	0 (<.0001)	127.8	0	0 (<.0001)	127.8	0	0 (<.0001)	123.4	0
PL	526.91 (<.0044)	144.7	15.8	1253.3 (<.0008)	205.9	17.1	401.46 (<.0001)	137.7	14.5	235.84 (<.0001)	149.4	10.2	1754.423 (<.0004)	137.7	30.3
PMS	0 (<.0001)	0.7	0	0 (<.0001)	0.68	0	0 (<.0001)	0.77	0	0 (<.0001)	0.68	0	0 (<.0001)	0.63	0
Edit				Maros			Eniko			BRS-Alegria			Mariel		
HJL	1.186 (<.0001)	7.6	14.3	1.200 (<.0001)	8.6	12.6	1.215 (<.0001)	8.7	12.5	1.823 (<.0001)	8.3	16.1	1.379 (<.0001)	8.6	13.5
HJA	0.450 (<.0001)	4.6	14.5	0.602 (<.0001)	5.3	14.4	0.682 (<.0001)	5.4	15	0.870 (<.0001)	5	18.3	0.635 (<.0001)	4.7	16.7
HJPLA	0.0476 (<.0001)	1.6	13	0.0332 (<.0001)	1.6	11.1	0.056 (<.0001)	1.6	14.6	0.050 (<.04377)	1.6	13.5	0.049 (<.0105)	1.8	12
PEAI	0.007 (<.0001)	43.4	0.1	0 (<.0001)	56.5	0	0 (<.0001)	56.6	0	0 (<.0001)	56	0	0 (<.0001)	54.6	0
PEF	0.028 (<.0001)	58	0.2	0 (<.0001)	69.8	0	0 (<.0001)	70.1	0	0 (<.0001)	69.8	0	0 (<.0001)	69.3	0
INFFG	2117.24 (<.0001)	155.7	29.5	525.25 (<.0001)	71.1	32.1	1423.86 (<.0001)	105.9	35.6	2398.34 (<.0001)	113.1	43.2	212.19 (<.00092)	54.5	26.6
IL	119.552 (<.0001)	45.7	23.9	88.270 (<.0001)	51.1	18.3	137.177 (<.05754)	49.5	23.6	102.444 (<.05307)	49.4	20.4	137.007 (<.0001)	43.8	26.6
PEM	0 (<.0001)	91.4	0	0 (<.04628)	124	0	0 (<.0001)	126.6	0	0 (<.0001)	130.4	0	0 (<.0001)	124.4	0
PL	331.649 (<.0181)	74.1	24.5	253.856 (<.0001)	134	11.8	356.364 (<.0183)	134	14.1	260.076 (<.01083)	145	11.1	297.011 (<.0001)	127.5	13.5
PMS	0.177 (<.1286)	0.78	53.9	0 (<.0001)	0.68	0	0 (<.0001)	0.76	0	0 (<.0001)	0.68	0	0 (<.0001)	0.63	0

HJL= hoja joven; longitud; HJA= hoja joven: anchura; HJPLA= hoja joven: proporción largo-anchura; PEAI= planta: época de apariación de la inflorescencia; PEF= planta: época de floración; INFFG= inflorescencia: número de flores femeninas por glomérulo; IL= inflorescencia: longitud; PEM= planta: época de madurez; PL= planta: época de madurez; PMS= peso de mil semillas; CME= media aritmética; CV= coeficiente de variación; ()= valores entre paréntesis indican Pr>F.
 X= media aritmética; CV= cuadrado medio del error;

Con respecto al número de flores femeninas por glomérulo, que muestra un coeficiente de variación (CV) de 26 al 77%, no podría considerarse como carácter confiable para diferenciar variedades; por lo anterior, es recomendable tomar la calificación en la fase de llenado de grano, ya que todas las florecillas están bien desarrolladas y diferenciadas; además, se deben tomar de la parte inferior de la inflorescencia, toda vez que se cuantifique en la parte media o en la apical, la calificación resulta errónea al reportar menos flores de las que realmente tiene un glomérulo.

La IL muestra un CV del 18.3 a 26.2%, mientras que Reka y Mariel tienen 42.6 y 26.6%, siendo este en mayor proporción en la variedad Reka. La PL presenta un CV de 10.2 a 30.3%, lo cual indica distinción entre variedades. Las variables planta: época de aparición de la inflorescencia (PEAI), PEF, PEM y PMS tienen un CV de 0%, debido a que hay homogeneidad y estabilidad en estos caracteres. Con respecto al análisis COYD, éste muestra que una misma variedad se comporta diferente en sus caracteres cuantitativos si se evalúa en diversos ambientes; por lo tanto, es de gran importancia que el obtentor conozca las variedades a registrar y que esos caracteres que se están evaluando sean claros y consistentes (UPOV, 2002).

Los caracteres que muestran distinción en una misma variedad, son los de tipo de observación MS; por ejemplo, la variedad Rojita para el carácter HJL mostró ser distinta según la diferencia mínima significativa (DMS) de 1.44, en los ambientes C6-TF-07 (6.1 cm) y PN-TF-07 (3.9 cm) con relación a los demás, siendo el máximo valor 8.9 cm en C6-06. Este comportamiento fue similar para el carácter HJA y también para las variedades Nutrisol y Revancha; además de las variedades Edit y Maros, mientras que Roza sólo mostró distinción con respecto a C6-06 y C6-TF-07; Eniko en C6-PF-07 y C6-TF-07.

Con respecto al carácter HJPLA, no mostraron distinción las variedades Nutrisol, Roza, Brs-Alegría y Mariel; Rojita, Edit, Maros y Eniko, si la mostraron en dos ambientes. En cuanto al INFFG, la variedades que no mostraron distinción entre ambientes fueron Revancha con un rango de 111.6-64.5 flores por glomérulo y una DMS de 47.46, y Roza con una amplitud de 136.95-90.6 y una DMS de 51.45, la variedad que mostró mayor homogeneidad en cuanto al número de flores fue Mariel con un rango de 59.75-46.55 y una DMS de 24.19. Con respecto al carácter de tipo de observación MS, los resultados dependen mucho de la época en que se realice el conteo y la parte de la inflorescencia de donde se tomen los glomérulos para su cuantificación.

The number of female flowers per glomerule, which shows a coefficient of variation (CV) from 26 to 77%, could not be considered a reliable characteristic to differentiate varieties. This is why it is recommended to take marks in the grain-filling phase, since all the flowers are well formed and differentiated; in addition, they are taken from the inferior section of the inflorescence, since it is quantified in the medium section or the apical one, otherwise the qualification is erroneous when reporting less flowers of those than really a glomerule has.

IL shows a CV of 18.3 to 26.2%, while Reka and Mariel's is 42.6 and 26.6%, which is higher in proportion to the variety Reka. PL has a CV of 10.2 to 30.3%, indicating distinction between varieties. Variables plant: period of appearance of the inflorescence (PEAI), PEF, PEM and PSM have a CV of 0%, due to the uniformity and stability in these characteristics. The COYD analysis shows that a same variety behaves differently in quantitative characteristics than if evaluated in diverse environments. It is therefore crucial for the obtainer to know the varieties evaluated, and that the characteristics be clear and consistent (UPOV, 2002).

The characters that show distinction in a same variety, are those of type of observation MS; for example, the Rojita variety for character HJL showed to be different according to significant the minimum difference (DMS) from 1.44, in environments C6-TF-07 (6.1 cm) and PN-TF-07 (3.9 cm) in relation to other environments of evaluation, being the maximum value 8.9 cm in C6-06. This behavior was similar for character HJA and also for the varieties Nutrisol and Revancha; besides the varieties Edit and Maros, whereas Rosa only showed distinction with respect to C6-06 and C6-TF-07; Eniko in C6-PF-07 and C6-TF-07.

For HJPLA, there was no distinction in varieties Nutrisol, Roza, Brs-Alegría and Mariel, although Rojita, Edit, Maros and Eniko did show distinction in two environments. As for INFFG, the varieties that showed no distinction between environments were Revancha, with a range of 111.6-64.5 flowers per glomerule and a DMS of 47.46, and Roza with amplitude of 136.95-90.6 and a DMS of 51.45. The variety that showed the greatest uniformity in this character for the number of flowers was Mariel, with a range of 59.75-46.55 and a DMS of 24.19. Regarding the characteristic of type of MS observation, results depend heavily on the season in which the counting takes place, and the part of the flower the glomerules are taken from to be quantified.

En la variable IL, las variedades Rojita, Nutrisol, Revancha, Eniko y BRS-Alegría, no mostraron distinción a través de los ambientes de evaluación; mientras que en PL, Roza y Mariel fueron distintas. Al comparar el análisis COYD y el SISNAVA utilizado en nuestro país, cabe destacar que aunque COYD muestre distinción en una misma variedad, y se conoce además que los caracteres cuantitativos utilizados en éste son influenciados por el ambiente; proporcionan no obstante, información sobre los rangos máximos y mínimos en que estos caracteres pueden variar, así como los límites en tiempo para el establecimiento de siembras con fines de caracterización.

Por otra parte el SISNAVA es aceptable, dado que en este se incluyen todos los caracteres a los cuales se otorga una nota, por lo cual detecta poca variación para un mismo carácter cuantitativo; sin embargo, como se observa en la Figura 1, las diferencias encontradas dentro de la misma variedad en cada uno de los ambientes es posible que se deba a este tipo de caracteres.

Típicamente para las pruebas DHE, las características tomadas en campo se basan en observaciones morfológicas, tales como el color de la hoja, el tipo de margen, y el color de la inflorescencia; que son caracteres típicos y son además un conjunto de descriptores que se expresan de forma continua o discontinua y que aún con análisis estadístico, el obtentor debe tomar la decisión en cuanto si son o no distintos de una misma variedad.

La evaluación de la homogeneidad dentro de los exámenes DHE se califica con base a las plantas fuera de tipo, por tratarse de variedades registradas y definidas por sus caracteres, se han mantenido en aislamiento en tiempo y espacio para evitar contaminación de las mismas; por lo tanto, a través de los años y ambientes de evaluación, las variedades han sido homogéneas. Con respecto a la evaluación de la estabilidad, las variedades no cumplen con este examen en los caracteres cuantitativos con tipo de observación MS, debido que estos son influenciados por el ambiente y por tratarse de amaranto, podría suponerse que la estabilidad no es sinónimo de homogeneidad.

CONCLUSIONES

1) ocho de diez variedades evaluadas mostraron ser distintas; demostrando que es posible observar rasgos a simple vista que las diferencian; 2) se logró identificar en

In variable IL, the varieties Rojita, Nutrisol, Revancha, Eniko and BRS-Alegría, they did not show distinction through evaluation environments; whereas in PL, Roza and Mariel they were different. When comparing the COYD analysis and the SISNAVA used in Mexico, we can see the virtues and acceptance of each one; although COYD shows distinction in a single variety, the quantitative characteristics are known to be influenced by the environment, but provide information on the highest and lowest ranges in which they can vary, as well as on the time limits for the seed establishment with characterization purposes.

On the other hand, SISNAVA is acceptable, since it includes all the characteristics marked, which is why it displays little variation for a quantitative characteristic; however, as Figure 1 shows, the differences found within the variety in each one of the environments may be due to this type of characteristics.

For DHE tests, the characteristics taken on the field are typically based on morphologic observations of the phenotype, such as leaf color, type of edge and flower color, which are typical characteristics and a set of descriptions expressed continuously and discontinuously, and even with a statistical analysis, the obtainer must decide if they are different in a variety or not.

The evaluation of uniformity in the DUS tests is marked based on the out-of-type plants. Since they are registered varieties defined by their characteristics, they have been kept in isolation in space and time to avoid their pollution; therefore, throughout the years and evaluation environments, varieties have been homogenous. Varieties do not comply with the stability evaluation in the quantitative characteristics with observation type MS, since they are influenced by the weather, and because it is amaranth, we could assume that stability and uniformity are not synonymous.

CONCLUSIONS

1) Eight out of ten varieties evaluated proved to be different, showing it is possible to see traits with the naked eye to differentiate them; 2) we identified which of the characteristics are different and which are the same in 10 varieties evaluated; 3) especially varieties Roza and BRS-Alegría (Hungarian and Brazilian, respectively), are very

qué caracteres son diferentes y en cuales son iguales las 10 variedades evaluadas; 3) en particular las variedades Roza y BRS-Alegría (Hungría y Brasil, respectivamente), son muy similares entre sí, ya que al realizar los análisis de suma de diferencias se obtienen niveles de 1 a 10; claro ejemplo de posibles problemas legales para otorgar los derechos del obtentor; 4) las variedades Maros y Eniko arrojan sumas de 1 a 11 niveles; sin embargo, es posible diferenciarlas en la época del llenado de grano al presentar pigmentación en la inflorescencia, en el utrículo y en la base del tallo; por lo cual se propone complementar la guía con este tipo de caracteres. Inflorescencia, pigmentación del utrículo: ausente (1), presente (9) e inflorescencia, variegado: ausente (1), presente (9); 5) es necesario complementar la información que se pide en la guía en el apartado de caracteres adicionales del cuestionario técnico; 6) para el análisis COYD; en el cual se observa la calificación que se otorga a los caracteres tomados en campo, no corresponden a la diferenciación de una variedad de acuerdo a la DMS y 7) la homogeneidad no resultó sinónimo de estabilidad, como indica el documento TG/1/3 para los caracteres de tipo cuantitativo con tipo de observación MS; ya que estos responden de acuerdo a las condiciones ambientales.

LITERATURA CITADA

- Coimbra, S. and Saleman, R. 1994. *Amaranthus hypochondriacus*; seed structure and localization of seed reserves. Ann. Bot. 74:373-379.
- Espitia, R. E. 1986. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de *Amaranthus* spp. Tesis de Licenciatura. UAAN. Saltillo, Coahuila, México. 105 p.
- Gethi, J. G.; Labate, J. A.; Lamkey, K. R.; Smith, M. E. and Kresovich, S. 2002. SSR variation in important U.S. maize inbred lines. Crop Sci. 42:951-957.
- Hauptli, H. 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranth. In: Proc. Amaranth sem. 1st maxatawy, PA. Rodale Press, Emmaus, PA. 71-81 pp.
- Heckenberger, M.; Bohn, M.; Ziegler, J. S.; Joe, L. K.; Hauser, J. D.; Hutton, M. and Melchinger, A. E. 2002. Variation of DNA fingerprints among accessions within maize inbred lines and implications for identification of essentially derived varieties. I. Genetic and technical sources of variation in SSR. Mol. Breed. 10:181-191.
- similar, since when performing the sum of difference tests, levels of 1 to 10 are obtained, which is a clear example of possible legal problems for granting obtainer rights; 4) varieties Maros and Eniko give sums of 1 to 11 levels, although they can be differentiated in the grain-filling stage, when their flowers are pigmented, as well as their utricle and the base of the stem, which is why we propose complementing the guide with this type of characteristics. Inflorescence, utricle pigmentation: absent (1), present (9) and inflorescence, variegated: absent (1), present (9); 5) the information requested in the guide, in the section of additional characteristics of the technical questionnaire, must be complemented; 6) the marks given in the COYD analysis to the characteristics taken on the field, do not correspond to the differentiation of a variety according to the DMS; and 7) uniformity is not synonymous with stability, as indicated by the document TG/1/3 for the quantitative characteristics with an MS type of observation, since these respond according to the weather conditions.
- End of the English version*
-
- International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). 2008. TGP/14/1 Draft 7. Glossary of technical, botanical and statistical terms used in UPOV documents. Section 2: Botanical Terms. Subsection 3: Color (Inedited).
- Kauffman, C. S. and Reider, C. 1983. Rodale amaranth germplasm collection. Rodale Research Report NC-83-2. Rodale Press, Inc. Pennsylvania, USA. 81 p.
- Khandaker, M. L; Ali, B. and Oba, S. 2009. Influence of cultivar and growth stage on pigments and processing factors on betacyanins. Food Science and Technology International. 15:259-265.
- Kliewer, W. M. and Torres, R. E. 1972. Effect of controlled day and night temperature on grape coloration. Am. J. Enol. Vitic. 23:71-77.
- National Research Council (NRC). 1984. Amaranth: modern prospects for an ancient crop. National Academy Press Washington, DC. USA. 81 p.
- Parades, L. O. 1994. Amaranth, biology, chemistry and technology. CRC. Press Inc. Irapuato, Guanajuato México. 75-106 pp.

- Putman, D. H. 1990. Agronomic practices for grain amaranth. In: Proc. Natl. Amaranth symposium 4th. 23-25 Aug. 1990. Minnesota. Ext. service. University of Minnesota. St. Paul. USA. 151-162 pp.
- Romero-Severson, J.; Smith, J. S. C.; Ziegler, J.; Hauser, J; Joe, L. and Hookstra, G. 2001. Pedigree analysis and heliotype sharing within diverse groups of *Zea mays* L. inbreds. Heredity. 86:574-587.
- Sistema del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) para el agrupamiento de variedades (SISNAVA). 2004. Inédito.
- Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV). 2002. Introducción general al examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad a la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales. 21 p.
- Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV). 2008. TG/247/1: Guía para la descripción varietal en amaranto. 187 p.
- Van Eeuwijk, F. A. and Law, J. R. 2004. Statistical aspects of essential derivation, with illustrations based on lettuce and barley. Euphytica. 137:129-137.