

ANÁLISIS DE LA HOMOGENEIDAD, DISTINCIÓN Y ESTABILIDAD DE TRES VARIEDADES SOBRESALIENTES DE TOMATE*

ANALYSIS OF THE HOMOGENEITY, DISTINCTION AND STABILITY OF THREE IMPROVED VARIETIES OF TOMATO

Antonio Flores Naveda¹, Mario Ernesto Vázquez Badillo^{1§}, Fernando Borrego Escalante¹ y David Sánchez Aspeytia²

¹Departamento de Fitomejoramiento. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. C. P. 25315. Tel y Fax. 01 844 4110215. (fborrego@uaan.mx). ²Campo Experimental Saltillo. CIRNE-INIFAP. Boulevard Vito Alesio Robles, Núm. 2565, colonia Nazario Ortiz G., Saltillo, Coahuila. C. P. 25100. (dsanchezaspeytia@yahoo.com.mx). [§]Autor para correspondencia: mario59ernesto@hotmail.com.

RESUMEN

La descripción varietal de los vegetales es un rasgo distintivo de la planta o parte de ella, donde se observan diversos patrones de distinción, uniformidad y estabilidad que permiten caracterizar y distinguir a una población de plantas que constituyen una variedad. La identificación correcta del material vegetal garantiza que la variedad adquirida posea características deseables, además permite la operación exitosa de esquemas nacionales para certificación de semillas mediante una adecuada identificación de la variedad. En el presente trabajo se realizó la descripción varietal, con propósitos de registro de las variedades de tomate AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) y AN-Td4 (Q3), las cuales fueron generadas en el programa de mejoramiento fisiotécnico de tomate de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Las evaluaciones se realizaron durante 2005 y 2006 bajo condiciones de campo abierto en la Paila, Ramos Arizpe y Buenavista del estado de Coahuila. Las observaciones se hicieron en 20 plantas, considerándose a cada una de ellas como una repetición en tres variedades del programa de mejoramiento de tomate y en dos variedades testigo. La descripción varietal se realizó con la guía de UPOV para tomate (TG/44/10). Los resultados mostraron que en los descriptores

ABSTRACT

The description of the variety of vegetables is a distinctive feature of plants or parts of plants, in which different distinction, uniformity patterns are observed that help characterize and distinguish a plant population that make up a variety. The adequate identification of plant material guarantees that the variety acquired has desirable characteristics, as well as helping the successful operation of national schemes for the certification of seeds by means of an adequate identification of variety. In this investigation, the variety description was carried out, in order to register the tomato varieties AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) and AN-Td4 (Q3), which were generated in the physiotechnical breeding program of the Antonio Narro Autonomous Agrarian University. Evaluations were carried out in 2005 and 2006 in open field conditions in La Paila, Ramos Arizpe and Buenavista, Coahuila. Observations were made on 20 plants, taking each one as a repetition in three varieties of the tomato breeding program and in two test varieties. The variety description was made using the UPOV guide for tomato (TG/44/10). Results showed that in the quantitative descriptors there were

* Recibido: junio de 2010
Aceptado: enero de 2011

cuantitativos existieron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), para los descriptores número de inflorescencias y longitud del entrenudo en las fuentes de localidades y variedades, así como para longitud de folíolos y longitud de la capa de abscisión, indicaron que están influenciadas por el medio ambiente, ya que los factores climáticos influyeron en los procesos fenológicos y fisiológicos del cultivo; no se encontraron diferencias estadísticas en los otros caracteres, indicando con esto que las variedades son estables por su menor interacción genotipo ambiente.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L., derechos de obtentor, descripción varietal, tomate, variedades.

INTRODUCCIÓN

En México el tomate es una de las especies hortícolas más importantes, está considerado como la segunda especie más destacada por superficie sembrada y como la primera por su valor de producción, es un cultivo importante generador de divisas y empleos para el país, ya que es el principal producto hortícola de exportación. La superficie sembrada durante el año agrícola 2009 fue de 54 626 ha, concentrándose 70% de la producción en los estados de Sinaloa, Baja California Norte, San Luis Potosí y Michoacán con un rendimiento promedio de 42.4 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2009).

La etapa inicial del mejoramiento genético de una especie es la selección, formación y evaluación de variedades con características deseables y la fase final para la liberación de una variedad nueva, exige realizar la descripción varietal, en donde se permita establecer que la variedad a liberar debe ser distinta, homogénea y estable en relación a las variedades que se encuentran en el mercado de semillas (UPOV, 2001).

Por lo anterior, es necesario utilizar las guías técnicas para la descripción varietal que expiden los organismos nacionales e internacionales como el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y la Unión Internacional para la Protección de la Obtenciones Vegetales (UPOV). Las guías incluyen el conjunto de descriptores y observaciones que permiten caracterizar a una variedad vegetal para su identificación y distinción, que es parte esencial para la inscripción de variedades vegetales o para solicitar la expedición de título de obtentor ante dependencias oficiales (SNICS, 2002; UPOV, 2001).

highly significant differences ($p \leq 0.01$); for descriptors, the number of inflorescences and length of the internode in the sources of locations and varieties, as well as for the length of leaves and the length of the abscission layer, indicated that they are influenced by the environment, since the environmental factors influenced in the phenological and physiological processes of the crop. There were no statistical differences found in other characteristics, indicating that the varieties are stable, due to their lower genotype-environment interaction.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., plant breeder's rights, tomato, varieties, variety description.

INTRODUCTION

Tomatoes are one of the most important horticultural crops in Mexico. It is considered the second most important crop in terms of surface planted, and first in terms of production value. It is an important cash crop and creator of many jobs for the country, since it is the most exported vegetable. The total surface planted with this crop in 2009 was 54 626 ha, with 70% of the total production focused in the states of Sinaloa, Baja California Norte, San Luis Potosí and Michoacán, with an average yield of 42.4 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2009).

The initial stage of genetic breeding of a species is the selection, formation and evaluation of varieties with desirable features, and the final phase for the release of a new variety demands a variety description, in which one can establish that the variety to be released must be different, homogenous and stable in relation to the varieties found in the seed market (UPOV, 2001).

For this reason, it is necessary to use the technical guides for the description of varieties issued by national and international organisms such as the National Seed Inspection and Certification Service (SNICS) and the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). The guides include the set of descriptors and observation that help characterize a plant variety for its identification and distinction, which is an essential part for the inscription of plant varieties, or to request the breeder certification from official departments (SNICS, 2002; UPOV, 2001).

Esto permite la adjudicación y establecimiento de los derechos de obtentor para un mejor control del comercio de semillas, donde el atributo de calidad es básico debido que lo determina el genotipo, además permite realizar estudios de interés agronómico en la especie y se evita la biopiratería de materiales vegetales (Keefe y Draper, 1986). En lo que respecta a la calidad física y genética de una semilla en una variedad vegetal se observan patrones de distinción, uniformidad y estabilidad que la identifican como poseedora de una alta pureza varietal, lo cual es sinónimo de una semilla con calidad en el componente genético. Estos patrones se encuentran basados en características morfológicas que muestra la población, clasificándose de acuerdo a la forma de evaluación en caracteres cualitativos y cuantitativos (Kelly, 1988).

Una variedad mejorada se define como el conjunto de plantas uniformes, producto de la aplicación de una técnica de mejoramiento genético, con características definidas y que reúne la condición de ser diferente a otras, estable y uniforme, generalmente presentan mayor potencial de rendimiento, así como diversas condiciones favorables de calidad, precocidad, resistencia a plagas y enfermedades (Tadeo y Espinosa, 2004).

Eberhart y Russell (1966) consideran que un genotipo es estable cuando el coeficiente de regresión (b_i) es igual a 1 y las desviaciones de regresión (S^2d_i) iguales a cero. Por lo tanto, los genotipos que no interaccionan con los factores ambientales mostrarán pendiente cero y podrían ser estables. Los genotipos que muestren respuesta media a los cambios ambientales tendrán pendientes iguales a 1, y el genotipo más estable será el que muestre el valor de S^2d_i más próximo a cero.

La importancia de la descripción varietal radica en poder registrar la variedad ante organismos oficiales, promover su difusión y realizar adecuadamente su multiplicación, manteniendo su pureza genética; esto con la finalidad de ofrecer certeza al obtentor de una nueva variedad y el que hará uso del material registrado.

La UPOV (2000), asumió la responsabilidad de estandarizar las reglas de protección. Adoptó el convenio internacional de 1961 para la protección de nuevas variedades de plantas, que fue revisado en 1978 (UPOV, 1991), donde publicó las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad en caracteres cualitativos y cuantitativos. Estos principios rectores son de utilidad para

This helps the allocation and establishment of plant breeder's rights (PBR) for a better seed trade control, where the attribute of quality is crucial, since it is determined by the genotype, and it helps perform studies of agricultural interest on the species, and biopiracy of plant material is avoided (Keefe and Draper, 1986). In terms of the physical and genetic quality of a seed in a plant variety, distinction, uniformity and stability patterns are observed that identify it as containing a high varietal purity, which is synonymous with quality in its genetic component. These landlords are based on morphologic characteristics that it shows the population, classifying itself according to the form of evaluation in qualitative and quantitative characters (Kelly, 1988).

An improved variety is defined as the set of uniform plants, product of the application of a genetic improvement technique, with defined characteristics and that gathers the condition of being different to others, stable and uniform; they generally present a greater yield potential, as well as diverse favorable quality, precociousness conditions, resistance to plagues and diseases (Tadeo and Espinosa, 2004).

Eberhart and Russell (1966) considered genotype to be stable when the regression coefficient (b_i) is equal to 1 and the regression deviations (S^2d_i) are equal to zero. Therefore, the genotypes that do not interact with the environmental factors will display a slope of 0 and could be stable. The genotypes that show an average response will have slopes equal to 1 and the most stable genotype will show value of S^2d_i closer to zero.

The importance of the varietal description lies in being able to register the variety in official organisms, to promote its circulation and to adequately carry out its multiplication, and maintaining its genetic purity in order to offer certainty to the breeder of a new variety and who ever will use the registered material.

The UPOV (2000) assumed the responsibility of standardizing the rules of protection. It adopted the 1961 international agreement for the protection of new plant varieties, which was revised in 1978 (UPOV, 1991), where it published the guidelines to carry out the distinction, homogeneity and stability test in qualitative and quantitative terms. These principles are useful for breeders when requesting the PBR, which is why this paper presents, the varietal description in order to register

los mejoradores al solicitar la concesión de los derechos de obtentor de una nueva variedad, por lo cual en el presente trabajo, se plantea la descripción varietal con propósitos de registro de las variedades generadas en el programa de mejoramiento de tomate de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en tres localidades, el primer ambiente de evaluación fue realizado en la localidad San José de la Jaroza en Paila, Municipio de Parras de la Fuente, estado de Coahuila y se encuentra geográficamente localizado en las coordenadas 102° 09' 32" longitud oeste y 25° 45' latitud norte, a una altitud de 1 550 m, con un clima Bsohx'(w)(e) seco semicálido, muy extremoso con lluvias escasas durante el año y una temperatura media anual de 20 °C (García, 2004); la segunda localidad en Buenavista, Saltillo, Coahuila, localizada en las coordenadas 25° 21' 19.22" latitud norte y 101° 01' 49.02" de longitud oeste, con un clima seco BsoKW(e), verano cálido, presencia de lluvias y temperaturas extremosas, altitud de 1 779 m y la tercera localidad se estableció en Rancho Nuevo, municipio de Ramos Arizpe, a una altitud de 1 473 m, 25° 31' 53" latitud norte y 101° 00' 50" longitud oeste, con un clima Bsh, temperatura promedio de 18 °C (García, 1986); las evaluaciones fueron realizadas bajo condiciones de campo.

Germoplasma utilizado

Se utilizaron variedades mejoradas de tomate AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) y AN-Td4 (Q3) generadas en el programa de mejoramiento fisiotécnico de la UAAAN, los cuales presentan características sobresalientes de tipo fenológicas, fisiotécnicas y calidad. F3 es de hábito indeterminado sobresaliente para condiciones de invernadero, fruto tipo bola con peso promedio de 110 g, con rendimiento superior a 50 t ha⁻¹, contenido de vitamina C entre 19 a 20 mg en 100 g de fruto; R1 es de hábito determinado ideal para campo, tipo bola con peso promedio de fruto de 120 g y rendimiento en campo de 48-52 t ha⁻¹, contenido de vitamina C de 20 mg en 100 g de fruto; y Q3 de hábito determinado ideal para campo, tipo bola con peso promedio de fruto de 100 g y rendimiento en campo de 47 a 53 t ha⁻¹, contenido de vitamina C de 19 a 21 mg en 100 g de fruto.

the varieties created in the tomato breeding program of the Antonio Narro Autonomous Agrarian University (UAAAN).

MATERIALS AND METHODS

The investigation was carried out in three locations, the first evaluation site was the town of San José de la Jaroza in Paila, in the municipal area of de Parras de la Fuente, in the State of Coahuila, located at 102° 09' 32" Longitude West and 25° 45' Latitude North, at an altitude of 1 550 masl, with a weather Bsohx'(w)(e) dry, mild, with scarce rains throughout the year and an average yearly temperature of 20 °C (García, 2004). The second location is in Buenavista, Saltillo, Coahuila, located on coordinates 25° 21' 19.22" Latitude North and 101° 01' 49.02" Longitude West, with a dry weather BsoKW(e), warm summers, rains and extreme temperatures, and an altitude of 1 779 masl. The third location was in Rancho Nuevo, in the municipal area of Ramos Arizpe, at an altitude of 1 473 masl, 25° 31' 53" Latitude North and 101° 00' 50" Longitude West, a weather Bsh, and an average temperature of 18 °C (García, 1986); evaluations were performed on the fields.

Germplasm used

The improved tomato varieties used were AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) and AN-Td4 (Q3), created in the physiotechnical breeding program of UAAAN, and which displayed outstanding phonological, physiotechnical and quality characteristics. F3 is of undetermined habits, outstanding for greenhouse conditions, a bola type fruit with an average weight of 110 g, an average yield of 50 t ha⁻¹, a vitamin C content of 19 to 20 mg in 100 g of fruit; R1 is of determined habits, ideal for the field, bola type, with an average fruit weighing 120 g and a yield of 48-52 t ha⁻¹, a vitamin C content of 20 mg in 100 g of fruit. Finally Q3: determined habits, ideal for the field, bola type, with an average fruit weighing 100 g and a yield of 47 at 53 t ha⁻¹, a vitamin C content of 19 to 21 mg in 100 g of fruit.

Values in photosynthesis range from 12 to 15 µmol of CO₂ m⁻² s⁻¹, which shows photosynthetic efficiency for the Mexican northeast. The lines have a fixed percentage

En fotosíntesis los valores están de 12 a 15 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ lo cual muestran eficiencia fotosintética para las condiciones del noreste mexicano. Las líneas se encuentran con un porcentaje de endogamia fijado de 99.21%, con lo cual se consideran homocigotas para varios caracteres (Aspeytia, 1994; Borrego, 2001). Las variedades comerciales Río Grande y Toro, fueron utilizadas como testigos por ser las variedades que más se siembran en el sureste de Coahuila y de más reciente introducción al mercado respectivamente.

El experimento se estableció en campo con el trasplante de las variedades el día 30 de julio de 2005 para la localidad del rancho La Jaroza en Paila, Coahuila, el experimento constó de 5 surcos de 200 m de longitud, con una distancia entre plántulas de 40 cm y 1.8 m entre hileras, con acolchado y riego por goteo. Para la segunda localidad en Buenavista, el 27 de agosto de 2005 se realizó el trasplante en camas de siembra de 28 m de largo y 90 cm de ancho. Se realizaron las prácticas de manejo en el cultivo, riegos, podas, fertilización, control de malezas, tutorado de plantas y la aplicación preventiva de pesticidas para disminuir la incidencia de plagas y enfermedades.

Para la localidad de Rancho Nuevo, el trasplante se realizó el 16 de marzo de 2006, en siete surcos de 200 m de largo por 0.9 m de ancho a una distancia entre plantas de 30 cm. La primera poda se efectuó a los 20 días después del trasplante, con la aparición de los primeros tallos laterales, los cuales fueron eliminados, al igual que las hojas senescentes.

Para los descriptores cuantitativos se utilizó un diseño de bloques completos al azar combinado sobre localidades, donde el factor L, fueron las localidades (3), el factor V, las variedades (5), de las cuales tres son generadas en el programa de mejoramiento de la UAAAN y dos variedades se utilizaron como testigos, en donde se consideró a cada planta muestreada como una repetición. Evaluándose los caracteres en 20 plantas elegidas al azar, procurando que estas; se encontraran en competencia completa; con el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + B_j(L_k) + L_k + V_i + LV_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde; Y_{ijk} = Valor observado del i-ésimo variedad en el j-ésimo bloque en la k-ésima localidad; μ = efecto de la media general; $B_j(L_k)$ = efecto del j-ésimo bloque anidado en la k-ésima localidad; L_k = efecto de la k-ésima localidad; V_i = efecto de i-ésimo variedad; LV_{ik} = efecto de

of endogamy of 99.21%, which makes them homozygotic for several characteristics (Aspeytia, 1994; Borrego, 2001). The commercial varieties Río Grande and Toro were used as tests, since they are the most commonly planted in southeastern Coahuila and the most recently introduced in the market, respectively.

The experiment was carried out on the field with the transplant of the varieties on July 30th, 2005 in the Jaroza ranch in Paila, Coahuila. It consisted of five furrows, each one 200 meters long, with a distance of 40 cm between plantlets and 1.8 m between rows, with a cushion and irrigation by dripping. For the second location in Buenavista, on August 27th, 2005, the transplant was performed on plantation beds, 28 m long and 90 cm wide. The handling practices were performed on the plantation, irrigation, trims, fertilization, weed control, plant tutoring and preventive pesticides to reduce the incidence of plagues and diseases.

For the location of Rancho Nuevo, transplant was carried out on March 16th, 2006, in seven furrows, 200 m long and 0.9 m wide and a distance of 30 cm between plants. The first trim was 20 days after transplanting, with the appearance of the first lateral stems, which were eliminated, as well as the aging leaves.

For quantitative descriptors, a combined complete random block design was used on the locations, where factor L were locations (3), factor V were varieties (5), of which three were created in the UAAAN breeding program and two were used as tests, in which each sampled plant was considered a repetition. The characteristics of 20 plants chosen at random were evaluated, having as many as possible in complete competence, using the following model:

$$Y_{ijk} = \mu + B_j(L_k) + L_k + V_i + LV_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Where Y_{ijk} = observed value of the i-th variety in the j-th block in the k-th location; μ = effect of the general average; $B_j(L_k)$ = effect of the del j-th block nested in the k-th location; L_k = effect of the k-th location; V_i = effect of the i-th variety; LV_{ik} = effect of the interaction of the i-th variety in the k-th location; ε_{ijk} = effect of the experimental error; $k = 1, 2, 3 \dots$ locations; $i = 1, 2, 3, 4, 5 \dots$ varieties.

The qualitative descriptors in plants were carried out according to the TG/44/10 guidelines for the distinction, homogeneity and stability test for tomato plantations

la interacción del i -ésimo variedad en la k -ésima localidad; ϵ_{ijk} = efecto del error experimental; $k = 1, 2, 3 \dots$ localidades; $i = 1, 2, 3, 4, 5 \dots$ variedades.

Para los descriptores de tipo cualitativo en planta se realizaron de acuerdo con las directrices TG/44/10, para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad para el cultivo de tomate (UPOV, 1991) en las tres localidades en 20 plantas elegidas al azar y que se encontraran en competencia completa. Para la evaluación del descriptor duración de la conservación (D41), en donde se estimó la duración de la vida de anaquel en los frutos, los cuales estuvieron a una temperatura ambiente promedio de 16 °C.

Análisis estadístico

Para el análisis de las variables cuantitativas, se utilizó el paquete estadístico, Statistical Analysis System (SAS) versión 8.2 (SAS, 2001), donde se obtuvo un análisis de varianza combinado, una comparación de medias por diferencia mínima significativa (DMS), coeficiente de variación, desviación estándar, valores máximos y mínimos. En la evaluación de los caracteres cualitativos, se aplicó el examen TG/44/10 (UPOV, 2001). Para la determinación de los parámetros de estabilidad, se utilizó el programa PARAM, desarrollado por Ortega y Magaña (1992) con base en el modelo propuesto por Eberhart y Russel (1966).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran para el descriptor cualitativo capa de abscisión del pedúnculo (D20), en cuatro de las variedades caracterizadas se encuentra presente, y solo se encuentra ausente en la variedad testigo Río Grande. Para el descriptor división del limbo (D9), en cuatro de las variedades caracterizadas presentaron del tipo bipinnada, excepto el testigo Toro, que presentó su división del tipo pinnada. Para los descriptores cualitativos en floración, en el tipo de inflorescencia (D16), todas las variedades presentaron del tipo intermedia, para el descriptor fasciación de la flor (D17) y pubescencia del estilo (D18) se mostraron ausentes en todas las variedades caracterizadas.

Para el descriptor número de lóculos (D33), se observó que el testigo Río Grande presentó sólo dos lóculos en 100% de sus frutos evaluados, para la variedad testigo Toro de tres a cuatro lóculos, para la variedad AN-Td4 (Q3)

(UPOV, 1991) in the three locations in 20 plants chosen at random and in complete competence. To evaluate the descriptor of the duration of conservation (D41), the shelf life was calculated of the fruits, which were kept at an average room temperature of 16°C.

Statistical analysis

For the analysis of quantitative variables, the SAS 8.2 (SAS, 2001) package was used, and a combined variance analysis was obtained, along with a comparison of averages by the minimum statistical difference (DMS), variation coefficient, standard deviation, and maximum and minimum values. In the evaluation of qualitative characteristics, the TG/44/10 (UPOV, 2001) test was applied. To determine the stability parameters, the PARAM program, developed by Ortega and Magaña (1992), was used, based on the model suggested by Eberhart and Russel (1966).

RESULTS AND DISCUSSION

The results for the qualitative descriptor layer of abscission of the peduncle (D20) show that it is present in four of the characterized varieties, and is only absent in the test variety Río Grande. For the descriptor division of the limbo (D9), four of the characterized varieties displayed the type bipinnate, except for the control Toro, which presented its division of the type pinnate. For the qualitative descriptors in bloom, in the type of inflorescence (D16), all varieties displayed the intermediate type, and for the descriptor fasciations of the flower (D17) and pubescence of the style (D18) they were absent in all the characterized varieties.

For the descriptor number of locules (D33), the control Río Grande displayed only two locules in 100% of its evaluated fruits, for the control variety Toro, 3 to 4 locules; for variety AN-Td4 (Q3), four, five or six and for AN-Ti1 (F3) and AN-Td1 (R1), the amount of locules was greater than six, according to the classification of the UPOV test (2001). The last two varieties displayed in some cases up to eight locules per fruit evaluated. For the qualitative characteristics of the fruit, color in ripeness (D38) and color of the pulp in (D39), displayed no variability in its level of characterization, since all varieties were even. For the descriptor of duration of

presentó de cuatro, cinco o seis y para AN-Ti1 (F3) y AN-Td1 (R1), presentaron más de seis lóculos de acuerdo a la clasificación del examen de UPOV (2001), para el caso de estas dos últimas variedades, presentaron en algunos casos hasta ocho lóculos por fruto evaluado. Para el carácter cualitativo en fruto, color en la madurez (D38) y color de la pulpa en su madurez (D39) no mostraron variabilidad en su nivel de caracterización ya que todas las variedades se mostraron uniformes. Para el descriptor duración de la conservación (D41) se observó que la variedad testigo Río Grande presentó una menor vida de anaquel con 39 días, la variedad Toro 41 días, AN-Ti1 (F3) 43 días, AN-Td1 (R1) y AN-Td4 (Q3) 45 días respectivamente.

En los descriptores cuantitativos de tomate (Cuadro 1), se observó que existen diferencias significativas ($p \leq 0.01$) para el número de inflorescencias (D3) y longitud del entrenudo (D5) en localidades y variedades evaluados, así como para longitud de folíolos (D7) y longitud de la capa de abscisión (D21), indicando que estas características están influenciadas por el medio ambiente, debido que los factores climáticos (luz, agua, temperatura) influyen en los procesos fenológicos y fisiológicos del cultivo. No se encontraron diferencias estadísticas en el descriptor anchura de folíolos (D8) en todas sus fuentes de variación, indicando con esto que las variedades se comportan estables debido a su menor interacción genotipo ambiente mostrada en los tres ambientes evaluados.

conservation (D41) the control variety Río Grande displayed a lower shelf life of 39 days, whereas the variety Toro had a shelf life of 41 days, AN-Ti1 (F3) 43 days, AN-Td1 (R1) and AN-Td4 (Q3) 45 days, respectively.

In the quantitative tomato descriptors (Table 1), significant differences were observed ($p \leq 0.01$) for the number of inflorescences (D3) and length of the internodes (D5) in the evaluated varieties and locations, as well as for the length of the leaflets (D7) and the length of the layer of abscission (D21), indicating that these characteristics are influenced by the environment, since the weather conditions (light, water, temperature) influence the phenological and physiological processes of the crop. There were no statistical differences found in the descriptor leaflet width (D8) in all its variation sources, indicating that the varieties behave in a stable manner due to their lower genotype-environment interaction shown in the three environments evaluated.

The significant minimum difference test (DMS) ($p \leq 0.05$) for the quantitative descriptors (Tables 1 and 2), showed that in varieties Toro and AN-Td4 (Q3) were the best for the number of inflorescences (D3) and for the descriptor D5, length of the internode between the first and fourth inflorescences (LE1/4INF) the genotypes

Cuadro 1. Análisis de varianza combinado para cinco variedades de tomate evaluadas en tres localidades durante 2005 y 2006.
Table 1. Variance analysis combined with five tomato varieties in three locations in 2005 and 2006.

FV	GL	NDI (D3)	LE1/4INF (D5)	LF (D7)	AF (D8)	LCA (D21)
LOC	2	25.08**	19501.81**	8944.74**	8105.71**	0.12**
REP*LOC	57	2.32	56.68	16.65	29.35	0.02
VAR	4	1323.46**	1297.2**	146.1**	32.37	19.36**
LOC*VAR	8	3.04	546.68**	39.56**	37.22	0.36**
Error	228	2.03	39.37	10.08	20.35	0.02
CV		17.22	18.34	10.94	17.18	16.15
X		8.27	34.2	29.02	26.25	0.99

FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; LOC= localidades; REP= repeticiones; VAR= variedades; CV= coeficiente de variación; **= altamente significativo ($p \leq 0.01$); NDI= número de inflorescencia (D3); LE1/4INF= tallo, longitud del entrenudo entre la 1^{ra} y la 4^{ta} inflorescencia (D5); LF= longitud de folíolos en cm (D7); AF= anchura de folíolos en cm (D8); LCA= longitud en cm desde la zona de abscisión hasta el cáliz (D21).

La prueba de diferencia mínima significativa (DMS) ($p \leq 0.05$) para los descriptores cuantitativos (Cuadro 1 y 2), se observó que en las variedades Toro y AN-Td4 (Q3) fueron los mejores para el número de inflorescencias (D3)

AN-Ti1 (F3) and AN-Td1 (R1) for the descriptor D7 the genotypes Toro and AN-Td4 (Q3), for descriptor D8 the genotype Río Grande, and for the length of the abscission layer (D21) genotype AN-Ti1 (F3).

y para el descriptor D5 longitud del entrenudo entre la 1^{ra}. y 4^{ta}. inflorescencia (LE1/4INF) los genotipos AN-Ti1 (F3) y AN-Td1 (R1) para el descriptor D7 los genotipos Toro y AN-Td4 (Q3), para el descriptor D8 el genotipo Río Grande, y para la longitud de la capa de abscisión (D21) el genotipo AN-Ti1(F3).

The varieties AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) and AN-Td4 (Q3) are considered new, since they are currently not in the phase of multiplication for sales, requirements established in the 1991 UPOV agreement (UPOV, 2000) in the Mexican seed laws (SAGARPA-SNICS; 2007). That is, the varieties have not been commercially exploited.

Cuadro 2. Comparación de medias en cinco variedades de tomate evaluados en tres localidades durante 2005 y 2006.
Table 2. Comparison of averages in five tomato varieties evaluated in three locations in 2005 and 2006.

VARIEDAD	NDI (D3)		LE1/4INF (D5)		LF (D7)		AF (D8)		LCA (D21)	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
Río Grande	9.3 B	1.4	34.9 B	6.1	28.5 B	2	27.2 A	4.4	0 D	0
Toro	11 A	1.2	30.9 C	5.5	30.2 A	3.7	26.5 AB	4	1.1 C	0.1
AN-Ti1 (F3)	0 C	0	39.4 A	6.9	27.3 C	3.3	26 AB	4.4	1.4 A	0.2
AN-Td1 (R1)	9.7 B	2	37.6 A	5.3	27.8 BC	2.5	26.1 AB	4.2	1.2 B	0.1
AN-Td4 (Q3)	11.2 A	1.5	28.1 D	5.2	31 A	3.4	25.2 B	3.8	1.1 C	0.1
DMS	0.5		2.2		1.1		1.6		0	

Columna con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$); DMS= diferencia mínima significativa; S= desviación estándar; NDI= número de inflorescencias (D3); LE1/4INF= tallo, longitud del entrenudo entre la 1^{ra}. y la 4^{ta}. inflorescencia (D5); LF= longitud de folíolos en cm (D7); AF= anchura de folíolos en cm (D8); LCA= longitud en cm desde la zona de abscisión hasta el cáliz (D21).

Las variedades AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) y AN-Td4 (Q3) se consideran como nuevas, ya que en la actualidad no se encuentran en la fase de multiplicación para fines de venta, requisito que se plantea en el convenio de la UPOV de 1991 (UPOV, 2000) y en la ley de semillas de México (SAGARPA-SNICS; 2007); es decir, que las variedades no han sido explotadas comercialmente.

Las variedades evaluadas se consideran diferentes como lo muestran los resultados comparativos de los descriptores (Cuadro 3). En el caso particular de las variedades generadas por el programa de mejoramiento fisiotécnico de tomate de la UAAAN, los descriptores que difirieron fueron; división del limbo (D9), capa de abscisión del pedúnculo (D20), forma del fruto en sección longitudinal (D24), acostillado del fruto en la zona peduncular (D25), sección transversal en el fruto (D26), depresión del fruto en la zona peduncular (D27), tamaño de la cicatriz peduncular del fruto (D28), tamaño de la cicatriz pistilar del fruto (D29), forma del fruto en el extremo distal (D30), número de lóculos en el fruto (D33) y duración de la conservación del fruto (D41), cumpliendo así con lo estipulado por la (UPOV, 2001) ya que para su objeto de registro establece que en al menos en una característica tiene que diferir con las variedades de referencia, para dar cumplimiento con el parámetro de distinción, así también para fines de protección de una variedad.

The varieties evaluated are considered different, as shown by the comparative results of the descriptors (Table 3). In the particular case of the varieties generated by the physiotechnical breeding program of the UAAAN, the descriptors that differed were: division of the limbo (D9), layer of abscission of the peduncle (D20), longitudinal shape of the fruit (D24), embedment of the fruit in the peduncular area (D25), cross section of the fruit (D26), depression of the fruit in the peduncular area (D27), size of the peduncular scar of the fruit (D28), size of the pistil scar of the fruit (D29), shape of the fruit in the distal end (D30), number of locules in the fruit (D33) and duration of the conservation of the fruit (D41), complying with the stipulations of the UPOV (2001), since it states that for registration purposes, the variety must differ in at least one characteristic with the reference varieties in order to comply with the distinction parameter, as well as for purposes of protection of a variety.

The stability analysis (Table 4) showed that the environmental indices for D3 had a better response for the location of La Jaroza in Paila, which was of 0.4833, for the D5 all genotypes behaved in a stable manner, since the location of la Jaroza showed the best environmental index (9.8), D7 showed a favorable response for the location of Rancho Nuevo, with an environmental index of 6.1167, for D8, the favorable response to the environmental index was shown by Rancho Nuevo with a value of 5.5 and for D21 the varieties displayed stability,

Cuadro 3. Descriptores cualitativos que diferencian las variedades AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) y AN-Td4 (Q3), de los testigos Río Grande y Toro.**Table 3. Qualitative descriptors that differentiate varieties AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) and AN-Td4 (Q3), from control Río Grande and Toro.**

Descriptor	Río Grande Nivel	(%)	Toro Nivel	(%)	AN-Ti1 (F3) Nivel	(%)	AN-Td1 (R1) Nivel	(%)	AN-Td4 (Q3) Nivel	(%)
D9 hoja: división del limbo	Bippinada	100	Pinnada	100	Bippinada	100	Bippinada	100	Bippinada	100
D20 pedúnculo: capa de abscisión	Ausente	100	Presente	100	Presente	100	Presente	100	Presente	100
D24 fruto forma en sección longitudinal	Cilíndrica	100	Rectangular	100	Ligeramente aplanada	100	Ligeramente aplanada	100	Ligeramente aplanada	100
D25 fruto: acostillado en la zona peduncular	Ausente o muy débil	100	Débil	100	Medio	100	Medio	100	Fuerte	100
D26 fruto: sección transversal	No redonda	100	No redonda	100	Redonda	100	Redonda	100	Redonda	100
D27 fruto: depresión peduncular	Media	100	Media	100	Fuerte	100	Fuerte	100	Fuerte	100
D28 fruto: tamaño de la cicatriz peduncular	Media	100	Media	100	Media	100	Grande	100	Grande	100
D29 fruto: tamaño de la cicatriz pistilar	Muy pequeña	100	Pequeña	100	Media	100	Grande	100	Grande	100
D30 fruto: forma del extremo distal	Puntiaguda	100	Plana a puntiaguda	100	Hundida a plana	100	Plana	100	Plana	100
D33 fruto: número de lóculos	Sólo dos	100	Tres o cuatro	100	Más que seis	100	Más que seis	100	Cuatro, cinco o seis	100
D41 fruto: duración de la conservación	Media	100	Media	100	Media	100	Media	100	Larga	100

El análisis de estabilidad (Cuadro 4) mostró que los índices ambientales para el D3 tuvieron mejor respuesta para la localidad de la Jaroza en Paila, que fue de 0.4833, para el D5 todos los genotipos se comportaron estables, mostrando para este descriptor el mejor índice ambiental la localidad de la Jaroza (9.8), el D7 mostró una respuesta favorable para la localidad de Rancho Nuevo con un índice ambiental de 6.1167, para el carácter D8, la respuesta favorable al índice ambiental lo presentó la localidad de Rancho Nuevo con un valor de 5.5 y para el D21 las variedades presentaron estabilidad, excepto para Río Grande, que careció de este carácter. Las diferencias entre ambientes pueden cambiar con frecuencia la magnitud del comportamiento de una variedad a través de diferentes localidades de prueba; por lo tanto, es necesario desarrollar cultivares que interactúen positivamente con el medio ambiente.

except for Río Grande, that lacked this characteristic. The differences between environments can frequently change the magnitude of the behavior of a variety throughout different trial locations. It is therefore necessary to develop cultivars that interact positively with the environment.

For the descriptor of internode length between the 1st. and 4th. inflorescence (D5), varieties AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) and AN-Td4 (Q3), the values of the regression coefficient (b_i) are 1.15, 0.92 and 1.11 respectively; they are therefore considered stable and agree with Eberhart and Russell (1966), who consider that a genotype is stable if b_i is equal to values of 1. For the deviation regressions (S^2d_i) the five variables evaluated in the descriptor of length from the abscission zone to the calyx (D21), presented values of 0.06 to -0.01 (Table 4). The practical stability reliant on

Cuadro 4. Resultados del análisis de estabilidad en variedades de tomate según Eberhart y Russel (1966) en tres localidades del sureste de Coahuila.

Table 4. Results of the stability analysis in tomato varieties, according to Eberhart and Russel (1966) in three locations in southeastern Coahuila.

Descriptor	Variedad	Media	b_i	S^2d_i	Ambiente	IA
NDI	Río Grande	9.3	0.55	-2	La Jaroza	0.4833
	Toro	11	1.99	-2	Buenavista	-0.5167
	AN-Ti1 (F3)	0.01	0	-2	Rancho Nuevo	0.0333
	AN-Td1 (R1)	9.7	1.19	-2		
	AN-Td4 (Q3)	11.2	1.27	-1.9		
LE1/4INF	Río Grande	34.9	1.2	-35.3	La Jaroza	9.8
	Toro	30.9	0.62	31.8	Buenavista	-15.99
	AN-Ti1 (F3)	39.4	1.15	11	Rancho Nuevo	6.19
	AN-Td1 (R1)	37.6	0.92	-35.7		
	AN-Td4 (Q3)	28.1	1.11	-37.8		
LF	Río Grande	28.5	0.96	-9.8	La Jaroza	4.7767
	Toro	30.2	1.14	-9.9	Buenavista	-10.8933
	AN-Ti1 (F3)	27.3	0.87	-9.7	Rancho Nuevo	6.1167
	AN-Td1 (R1)	27.8	0.88	-9.9		
	AN-Td4 (Q3)	31	1.16	-9		
AF	Río Grande	27.2	1.06	-19.4	La Jaroza	4.89
	Toro	26.5	1.06	-19.4	Buenavista	-10.39
	AN-Ti1 (F3)	26	1	-19.3	Rancho Nuevo	5.5
	AN-Td1 (R1)	26.1	0.97	-20.3		
	AN-Td4 (Q3)	25.2	0.9	-11.3		
LCA	Río Grande	0.01	0	-0.02	La Jaroza	-0.0363
	Toro	1.1	0.93	0	Buenavista	0.0007
	AN-Ti1 (F3)	1.4	3.98	0.06	Rancho Nuevo	0.0357
	AN-Td1 (R1)	1.2	0.96	-0.02		
	AN-Td4 (Q3)	1.1	-0.86	-0.01		

b_i = coeficientes de regresión; S^2d_i = varianza de desviaciones de la regresión; IA= índice ambiental; NDI= número de inflorescencias (D3); LE1/4INF= tallo, longitud del entrenudo entre la 1^{ra} y la 4^{ta} inflorescencia (D5); LF= longitud de folíolos en cm (D7); AF= anchura de folíolos en cm (D8); LCA= longitud en cm desde la zona de abscisión hasta el cáliz (D21).

Para el descriptor longitud del entrenudo entre la 1^{ra}. y la 4^{ta}. inflorescencia (D5) las variedades AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) y AN-Td4 (Q3) los valores del coeficiente de regresión (b_i) son de 1.15, 0.92 y 1.11 respectivamente; por lo tanto, se consideran estables y se coincide con Eberhart y Russell (1966) en donde se considera que un genotipo es estable, si b_i es igual a valores de uno. Para las desviaciones de regresión (S^2d_i) las cinco variedades evaluadas en el descriptor longitud desde la zona de abscisión hasta el cáliz (D21), presentaron valores de 0.06 a -0.01 (Cuadro 4). La estabilidad práctica en función de b_i y S^2d_i en los caracteres cuantitativos para los tres ambientes, ubica a AN-Td1 (R1), AN-Td4 (Q3) y Toro como variedades estables.

La variedad testigo Río Grande presentó una respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistencia de acuerdo con los parámetros de estabilidad Eberhart y Russell (1966); Carballo y Márquez (1970) para los descriptores número de inflorescencias y longitud desde la zona de abscisión hasta el cáliz. En el testigo Toro la variedad se comportó estable en los cinco caracteres cuantitativos evaluados (Cuadro 5).

b_i and S^2d_i in the quantitative characteristics for the three environments, places AN-Td1 (R1), AN-Td4 (Q3) and Toro as stable varieties.

The test variety Río Grande presented a better response in unfavorable environments and consistency according to the stability parameters by Eberhart and Russell (1966); Carballo and Márquez (1970) for the descriptors number of inflorescences and length from the abscission to the calyx. Test variety Toro was stable in the five quantitative characteristics evaluated (Table 5).

CONCLUSIONS

The qualitative characteristics in plants and fruits of the tomato varieties AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) and AN-Td4 (Q3) were stable in their diverse characterization levels, based on the results of all three study locations.

Cuadro 5. Clasificación de variedades de tomate con base en el análisis de estabilidad de caracteres cuantitativos según Eberhart y Russell (1966), en tres localidades durante 2005 y 2006.

Table 5. Classification of tomato varieties based on the analysis of the stability of quantitative characteristics according to Eberhart and Russell (1966) in three locations in 2005 and 2006.

Variables cuantitativas	Parámetros de estabilidad de variedades				
	Río Grande	Toro	AN-Ti1 (F3)	AN-Td1 (R1)	AN-Td4 (Q3)
NDI	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistencia	Variedad estable	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistencia.	Variedad estable	Variedad estable
LE1/4INF	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable
LF	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable
AF	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable
LCA	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistencia	Variedad estable	Buena respuesta en todos los ambientes e inconsistencia	Variedad estable	Variedad estable

NDI= número de inflorescencias (D3); LE1/4INF= tallo, longitud del entrenudo entre la 1^{ra} y la 4^{ta}. inflorescencia (D5); LF= longitud de folíolos en cm (D7); AF= anchura de folíolos en cm (D8); LCA= longitud en cm desde la zona de abscisión hasta el cáliz (D21).

CONCLUSIONES

Los caracteres de tipo cualitativo en planta y fruto de las variedades de tomate AN-Ti1 (F3), AN-Td1 (R1) y AN-Td4 (Q3) se comportaron de manera estable en sus diversos niveles de caracterización en base a los resultados de las tres localidades de estudio.

The stability analysis helped observe the behavior of AN-Td1 (R1) and AN-Td4 (Q3) as stable varieties in the quantitative characteristics evaluated in the three environments.

End of the English version



Con el análisis de estabilidad se observó el comportamiento de AN-Td1 (R1) y AN-Td4 (Q3) como variedades estables en los caracteres cuantitativos evaluados en los tres ambientes.

RECOMENDACIONES

Las variedades de tomate de la UAAAN deberán ser sujetas a valoración para su inscripción en el catálogo de variedades de plantas, dado que se cumple con lo estipulado por el SNICS de ser distintas, uniformes y estables con respecto a las variedades testigo.

LITERATURA CITADA

- Aspeytia, H. F. 1994. Rendimiento y fenología de genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de altas temperaturas en invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 135 p.
- Borrego, E. F. 2001. Determinación fisiotécnica de eficiencia en el desarrollo y rendimiento de genotipos de papa, tomate y melón para agricultura sustentable en zonas semiáridas. Tesis de Doctorado. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 164 p.
- Carballo, C. A. y Márquez, S. F. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia*. 5(1):129-146.
- Cooke, R. J. 1999. Modern methods for cultivar verification and the transgenic plant challenge. *Seed Sci. Technol.* 14:693-704.
- Eberhart, S. A. and Russel, W. A. 1966. Stability parameters in comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- García, E. 1986. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 1ª Edición. UNAM, D. F., México. 246 p.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Editorial UNAM. Instituto de Geografía. D. F., México. 90 p.
- Keffe, P. D. and Draper, S. R. 1986. The measurement of new characters for cultivar identification in wheat using machine vision. *Seed Sci. Technol.* 14:715-724.
- Kelly, A. F. 1988. Seed production of agricultural crops. Ed. Longman Scientific & Technical. New York, USA. 226 p.
- Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPPCS) 2007. Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación. SAGARPA-SNICS. D. F., México. 17 p.
- Muñoz, G.; Giraldo, G. y Fernández, S. J. 1993. Descripción varietal de las variedades de arroz, frijol, maíz y sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Núm. 177. Cali, Colombia. 168 p.
- Ortega, A. J. y Magaña, T. O. S. 1992. Parámetros de estabilidad en base al modelo propuesto por Eberhart y Russel. Campo Experimental Valle de México. CIRCE-INIFAP. México. Programa de software.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) 2002. Guía técnica para la descripción varietal en maíz (*Zea mays* L.). SAGARPA-SNICS. D. F., México. 20 p.
- Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP). Estadísticas por estado. SAGARPA. México. URL: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- Statistical Analysis System (SAS). 2001. Versión 8.2. By SAS Institute Inc; Cary, NC, USA. Copyright 2001.
- Tadeo, R. M. y Espinosa, C. A. 2004. Producción y tecnología de semillas. Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli, México. 106 p.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). 1991. Convenio internacional para la protección de las obtenciones vegetales. Ginebra, Suiza. 28 p.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). 2000. Introducción general revisada a los principios rectores para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad de las obtenciones vegetales. Ginebra, Suiza. 54 p.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). 2001. Directrices para la ejecución del examen de distinción, la homogeneidad y la estabilidad en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) TG/44/10. Ginebra, Suiza. 49 p.