

## **Barretero: nueva variedad de ajo jaspeado para Zacatecas\***

### **Barretero: new variety of jaspeado garlic for Zacatecas**

**Manuel Reveles-Hernández<sup>1</sup>, Rodolfo Velásquez-Valle<sup>1§</sup> y José Ángel Cid-Ríos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo km 20.5, Calera, Víctor Rosales, Zacatecas, México. AP. 18. CP. 98500. Tel: (01) 8000882222.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx.

#### **Resumen**

Zacatecas es el estado mexicano líder en la producción de ajo, más 50% de la producción nacional es obtenida en esta entidad. El promedio de rendimiento de ajo en Zacatecas es superior al de otras áreas productoras en México; sin embargo, el desarrollo de nuevos genotipos de ajo es requerido para satisfacer nuevas demandas de productores y consumidores. Una nueva variedad de ajo denominada Barretero fue desarrollada a partir de colectas hechas en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas, el proceso de selección masal e individual basado en características como vigor, sanidad, morfología del bulbo y rendimiento se continuó por seis años para obtener esta variedad. Los bulbos de esta variedad tienen un promedio de 13 dientes con líneas de color rosa a morado, un consistente tamaño y forma, su densidad relativa es superior a la variedad Calerense. La variedad Barretero son más altas (61 cm) que Calerense (43 cm); sin embargo, aunque el número de hojas es menor (9.7) en comparación a Calerense (17.8) es compensado por hojas de mayor tamaño en Barretero (62.5 vs 48.9). Las plantas muestran un ciclo intermedio de 220 días a cosecha en comparación con variedades de bulbo blanco que tienen un ciclo de 240 días. El rendimiento potencial de esta nueva variedad es cercano a 26 t ha<sup>-1</sup>.

#### **Abstract**

Zacatecas is the Mexican state leader in the garlic production, more than 50% of domestic production is obtained in this entity. The average yield of garlic in Zacatecas is higher than that of other producing areas in Mexico; however, the development of new garlic genotypes is required to meet new demands from producers and consumers. A new garlic variety called Barretero was developed from collections made in the municipality of Villa de Cos, Zacatecas, the process of mass and individual selection based on characteristics such as vigor, health, bulb morphology and yield was carried out for six years in order to obtain this variety. The bulbs of this variety have an average of 13 cloves with pink to purple lines, a consistent size and shape, its relative density is superior to that of the Calerense variety. Barretero plants are higher (61 cm) than those of Calerense (43 cm); however, although the number of leaves is smaller (9.7) compared to Calerense (17.8), it is compensated by larger leaves in Barretero (62.5 vs 48.9). Plants of this variety show an intermediate cycle of 220 days to harvest compared to white bulb varieties that have a 240 days cycle. The potential yield of this new variety is close to 26 t ha<sup>-1</sup>.

---

\* Recibido: junio de 2017  
Aceptado: julio de 2017

**Palabras clave:** *Allium sativum* L., características agronómicas, composición química, selección masal e individual, rendimiento.

**Keywords:** *Allium sativum* L., agronomic characteristics, chemical composition, mass and individual selection, yield.

## Introducción

El ajo (*Allium sativum* L.) es una hortaliza que se siembra y se consume en un gran número de países, su uso ancestral está ligado a sus cualidades como medicamento y a su sabor característico que proporciona sazón a diversos platillos alrededor del mundo (Rivlin, 2006; Mahesar *et al.*, 2010; Gebreyohannes and Gebreyohannes, 2013).

Para el año 2014 se sembraron 5 438 ha de ajo en México, las cuales generaron 54 723 t; la producción anterior significó un rendimiento promedio ligeramente superior a 10 t ha<sup>-1</sup>. Para ese mismo año, en el estado de Zacatecas se produjeron 27 573 t en 2 071 ha establecidas con esta hortaliza que registraron un rendimiento promedio de 13.3 t ha<sup>-1</sup> (SIACON, 2015), con base a lo anterior, Zacatecas es considerado como el principal productor de esta hortaliza en la república mexicana.

Aun cuando Zacatecas ha obtenido un promedio de rendimiento de ajo superior al promedio nacional, se considera que la falta de variedades adaptadas a la región persiste como un factor limitante para incrementar su productividad, por lo que se hace necesaria la generación de nuevas variedades que signifiquen una mejor alternativa para los productores de ajo del estado (Reveles-Hernández *et al.*, 2011). En el Plan Rector del Sistema Producto Ajo a nivel nacional se menciona que el mejoramiento genético y la calidad sanitaria de la semilla constituyen problemas severos del cultivo a nivel nacional (CONAJO, 2009).

La productividad del cultivo de ajo está influenciada fuertemente por el material genético establecido, que conjuntamente con la tecnología de manejo del cultivo, determinan el comportamiento de una variedad en cada región (Totić y Čanak, 2014), por lo cual es necesario contar con materiales genéticos adaptados a regiones, demandas y tecnologías de cultivo específicas. De acuerdo con Macías *et al.* (2007) a nivel mundial existe una cantidad significativa de clones de ajo, los cuales han sido seleccionados para adaptación a diversas zonas agroecológicas, a pesar de la restricción en la recombinación genética por lo que aún entre clones de

## Introduction

Garlic (*Allium sativum* L.) is a vegetable that is grown and consumed in many countries, its ancestral use is linked to his qualities as a medicine and its characteristic flavor providing spice to various dishes around the world (Rivlin, 2006; Mahesar *et al.*, 2010; Gebreyohannes and Gebreyohannes, 2013).

By 2014, 5 438 ha of garlic were planted in Mexico, which generated 54 723 t; the previous production meant an average yield slightly higher than 10 t ha<sup>-1</sup>. That same year, in Zacatecas 27 573 t were produced in 2 071 ha established with this vegetable which recorded an average yield of 13.3 t ha<sup>-1</sup> (SIACON, 2015), based on the above, Zacatecas is considered as the main producer of this vegetable in the Mexican Republic.

Although Zacatecas has obtained an average garlic yield higher than the national average, it is considered that the lack of varieties adapted to the region persists as a limiting factor to increase its yield, reason why it becomes necessary to generate new varieties that would mean a better alternative for garlic producers in the state (Reveles-Hernández *et al.*, 2011). In the Plan Rector del Sistema Producto Ajo, it is mentioned that the genetic improvement and the sanitary quality of the seed constitute severe problems of the crop at national level (CONAJO, 2009).

Garlic yield is strongly influenced by the genetic material established, which together with the technology of crop management, would determine the behavior of a variety in each region (Totić and Čanak, 2014), so it is necessary to have genetic materials adapted to the specific regions, demands and culture technologies. According to Macías *et al.* (2007) there is a significant number of garlic clones worldwide, which have been selected for adaptation to various agroecological zones, despite the restriction in genetic recombination, so that even among garlic clones high levels of variation in color, clove size, bulb shape and other plant characteristics are still observed.

Garlic breeding programs consider as characteristics susceptible to improvement: adaptation and yield of varieties, better quality, optimization of production inputs,

ajo se observan altos niveles de variación en el color, tamaño de diente, forma del bulbo y otras características de las planta.

Los programas de mejoramiento de ajo consideran como características susceptibles de mejora: la adaptación y productividad de las variedades, mejor calidad, optimización de la insumos para la producción, tolerancia a plagas, enfermedades y al estrés, aunque, en algunas ocasiones, es común considerar la composición química como parte de los atributos a considerar en las nuevas variedades (Zdravkovic *et al.*, 2010); ya que es posible incrementar el rendimiento en una determinada región utilizando materiales de ajo mejorados mediante la selección de bulbos (Macías *et al.*, 2007), el programa de mejoramiento de ajo del Campo Experimental Zacatecas ha dado especial énfasis a la generación de variedades con elevado potencial de rendimiento y calidad, proporcionando interés y atención a la forma y coloración de bulbos atendiendo así las preferencias de los consumidores. El objetivo del actual trabajo es dar a conocer las principales características de una nueva variedad de ajo jaspeado denominada Barretero generada en el Campo Experimental Zacatecas del INIFAP

### **Origen de la variedad Barretero**

Para la obtención de esta variedad se realizó a una selección de plantas con buen vigor y ausencia de síntomas de enfermedades en una parcela comercial en la localidad de Chaparrosa del municipio de Villa de Cos en el estado de Zacatecas. La parcela de selección se había establecido previamente por varios ciclos con un genotipo proveniente de Baja California, México.

A nivel experimental se realizó una selección masal, eliminando plantas fuera de tipo durante el primer ciclo de evaluación y selección; a partir del segundo ciclo de evaluación se realizó una selección individual en campo marcando plantas con características sobresalientes (vigor, sanidad, altura) en campo, mismas que después de ser cosechadas se seleccionaron individualmente de acuerdo con la forma del bulbo, número de bulbillos o dientes, consistencia y coloración de catáfilas utilizando un esquema de mejoramiento similar al empleado por Macías *et al.* (2014). A partir del segundo año se realizaron por seis ciclos consecutivos en parcelas experimentales del Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias,

tolerance to pests, diseases and stress, although in some cases it is common to consider the chemical composition as part of the attributes to consider for the new varieties (Zdravkovic *et al.*, 2010); since it is possible to increase yield in a given region using improved materials by selecting garlic bulbs (Macías *et al.*, 2007), the garlic breeding program of the Experimental Field Zacatecas has given special emphasis to the generation of varieties with high yield potential and quality, giving special emphasis to the shape and color of bulbs, thus meeting the preferences of consumers. The objective of this paper is to present the main characteristics of a new variety of jaspeado garlic denominated Barretero generated in the Experimental Field Zacatecas of the INIFAP.

### **Origin of the Barretero variety**

To obtain this variety, a selection of plants with good vigor and absence of disease symptoms were carried out in a commercial plot in the town of Chaparrosa in the municipality of Villa de Cos in the state of Zacatecas. The selection plot had previously been established for several cycles with a genotype from Baja California, Mexico.

At the experimental level a mass selection was carried out, eliminating non-type plants during the first evaluation and selection cycle; from the second evaluation cycle an individual selection was made in the field, marking plants with outstanding characteristics (vigor, sanity, height) in the field, which after being harvested were individually selected according to the shape of the bulb, number cloves, consistency and color of cataphylls using an enhancement scheme similar to that employed by Macías *et al.* (2014). From the second year they were carried out for six consecutive cycles in experimental plots of the Experimental Field Zacatecas of the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Research located in the municipality of Calera, Zacatecas, Mexico, at a height of 2 198 m above sea level, north latitude 22° 54' 24.32" and west longitude 102° 39' 34.92".

### **Description of the Barretero variety**

#### **Characteristics of the plant**

Plants of the Barretero variety have a semi-erect growth habit (PPV and FRA, 2007), like San Marqueño (Macías *et al.*, 2010), contrasting with Calerense and Diamante varieties which have erect habit (Reveles-Hernández *et al.*, 2011; Macías *et al.*, 2014) with a maximum average of 10 active leaves reached at 195 days after sowing (dds) which sharply

localizado en el municipio de Calera, Zacatecas, México, a una altura de 2 198 m sobre el nivel del mar, latitud de 22° 54' 24.32" norte y longitud oeste de 102° 39' 34.92".

## Descripción de la variedad Barretero

### Características de la planta

Las plantas de la variedad Barretero tienen un hábito de crecimiento semi-erecto (PPV y FRA, 2007), parecido a San Marqueño (Macías *et al.*, 2010) y contrastante con las variedades Calerense y Diamante que son de hábito erecto (Reveles-Hernández *et al.*, 2011; Macías *et al.*, 2014) con un número máximo promedio de 10 hojas activas alcanzadas a 195 días después de la siembra (dds) que contrasta marcadamente con Calerense (17.8 hojas), la altura máxima de la variedad Barretero (promedio 61 cm) se alcanza alrededor de los 175 días después de la siembra, la cual es 17 cm mayor que el promedio para las plantas de Calerense, las dimensiones del falso tallo son de 21.2 cm de altura y 18.4 mm de diámetro en su parte basal, mismas que generalmente son alcanzadas a los 110 días después de la siembra, la disposición de la hoja es semierecta, sus dimensiones en una planta adulta (210 dds) en promedio son 2.6 y 62.5 cm de ancho y largo respectivamente. Las plantas de la variedad Barretero producen un escapeo floral curvo y llegan a presentar bulbillos en la inflorescencia, en general son plantas más altas que la variedad Calerense, pero con hojas menos abundantes y más largas que las de esta (Reveles *et al.*, 2011) (Cuadro 1).

### Características del bulbo

Los bulbos de las variedades Barretero y Calerense manifiestan características similares: ambas presentan una forma ovalada y circular en sus secciones longitudinal y transversal respectivamente; su base es plana y están cubiertos por varias catáfilas de color blanco que presentan estrias antocianicas (vetas verticales de coloración rosa violáceo); sin embargo, el número promedio de dientes por bulbo en la variedad Barretero es de 13, número menor que Calerense que presenta en promedio 16 dientes (Reveles-Hernández *et al.*, 2011). Otras características similares incluyen pulpa es de color blanco a crema y están cubiertos individualmente por una hoja envolvente de coloración rosa oscuro; se encuentran distribuidos de manera radial y dispuestos de manera insertada en el tallo; en promedio presenta nueve dientes exteriores y cuatro dientes interiores (Cuadro 2).

contrasts with Calerense (17.8 leaves), the maximum height of the plant (61 cm average) is reached around 175 dds, which is 17 cm higher than the average for Calerense plants, the dimensions of the false stem are 21.2 cm in height and 18.4 mm in diameter at the basal part, which are usually reached at 110 dds, the leaf arrangement is semi-erect, its dimensions in an adult plant (210 dds) are on average 2.6 and 62.5 cm wide and long respectively. Plants of the Barretero variety produce a curved flower stalk and even present bulbils in the inflorescence, they are generally higher plants than the Calerense variety, but less abundant and longer leaves (Reveles *et al.*, 2011) (Table 1).

### Cuadro 1. Principales características de las plantas de ajo de la variedad Barretero obtenida en el Campo Experimental Zacatecas-INIFAP durante los ciclos 2006-2007, 2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014.

Table 1. Principal characteristics of garlic plants of the Barretero variety obtained in the Experimental Field Zacatecas-INIFAP during the cycles 2006-2007, 2011-2012, 2012-2013 and 2013-2014.

Característica	Barretero	Calerense
Altura de planta en pie (cm)	60.7	42.8
Número de hojas	9.7	17.8
Altura del falso tallo (cm)	21.2	20.1
Ancho de falso tallo o cuello (mm)	18.4	16.1
Ancho promedio de hoja (cm)	2.6	2.4
Largo promedio de hoja (cm)	62.5	48.9
Disposición de las hojas	Semierectas	Erectas
Escapeo floral	Curvo	Curvo
Bulbillos en la inflorescencia	Presentes	Presentes

### Bulb characteristics

The bulbs of the Barretero and Calerense varieties show similar characteristics: both have an oval and circular shape in their longitudinal and transverse sections respectively; its base is flat and covered by several white false leaves that have anthocyanic striations (vertical streaks of violaceous pink coloration); however, the average number of cloves in the Barretero variety is 13, fewer than Calerense having an average of 16 cloves (Reveles-Hernández *et al.*, 2011). Other similar features include white to cream pulp and are individually covered by a dark pink coloring sheet; they are radially distributed and disposed in an inserted way in the stem; on average it has nine outer cloves and four inner cloves (Table 2).



**Cuadro 2. Principales características de los bulbos de la variedad de ajo Barretero obtenida en el Campo Experimental Zacatecas del INIFAP durante los ciclos 2006-2007, 2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014.**

**Table 2. Main bulbs characteristics of the Barretero garlic variety obtained at the Experimental Field Zacatecas of the INIFAP during 2006-2007, 2011-2012, 2012-2013 and 2013-2014 cycles.**

Característica	Descripción
Forma del bulbo en su sección longitudinal	Ovalada
Forma del bulbo en su sección transversal	Circular
Posición de los dientes en el extremo del bulbo	Insertados
Forma de la base del bulbo	Plana
Distribución de los dientes o bulbillos	Radial
Color del fondo de las catáfilas secas	Blanco cremoso
Estrías antociánicas en las catáfilas secas	Presentes
Color de las estrías en las catáfilas secas	Rosa violáceo
Color de la pulpa del diente	Blanca a crema
Color de piel del diente	Rosa a morado
Número promedio de bulbillos o dientes exteriores	9
Numero promedio de bulbillos o dientes interiores	4

El ciclo de cultivo de la variedad es considerado de longitud intermedia, con una duración de 220 días a cosecha, similar a la de Platero (Reveles-Hernández *et al.*, 2011); esta característica resulta favorable en comparación con otras variedades con bulbos de color blanco recomendadas para Zacatecas y que presentan un ciclo de cultivo extendido (240 días) (Macías *et al.*, 2014) y resulta comparable a otras variedades de bulbo blanco recomendadas para el sur de Zacatecas como San Marqueño con un ciclo de 210 días (Macías *et al.*, 2007). Dentro de las ventajas con relación a otras variedades del mismo tipo sembradas en la región, Barretero destaca por tener mayor homogeneidad en la forma y tamaño de bulbo; además su densidad relativa (peso por bulbo del mismo calibre) es más alta que la variedad Calerense (Reveles *et al.*, 2014) (Cuadro 3).

Al compararse con la variedad de ajo jaspeado Calerense cosechada en el estado de Zacatecas, se ha encontrado que Barretero muestra una concentración de proteína ligeramente menor, mientras que el porcentaje de fibra dietaria fue superior en Barretero al igual que el porcentaje de sólidos solubles. Sin embargo la acidez total titulable fue mayor en Calerense que en Barretero (Cuadro 4) (Figueroa-González *et al.*, 2015a; Figueroa-González *et al.*, 2015b).

En el Cuadro 5, se muestran los rendimientos obtenidos durante cuatro ciclos de evaluación de la variedad en condiciones experimentales en el Campo Experimental Zacatecas. La variedad Barretero ha mostrado un rendimiento potencial

The culture cycle of Barretero variety is considered intermediate length, lasting 220 days to harvest, similar to Platero (Reveles-Hernández *et al.*, 2011); this feature is favorable compared to other varieties with white bulbs recommended for Zacatecas that have an extended culture cycle (240 days) (Macías *et al.*, 2014) and is comparable to other varieties of white bulb recommended for southern Zacatecas such as San Marqueño with a 210 days cycle (Macías *et al.*, 2007). Among the advantages compared to other varieties of the same type planted in the region, Barretero stands out for having greater homogeneity in the shape and size of bulb; and its relative density (weight per bulb of the same caliber) is higher than the Calerense variety (Reveles *et al.*, 2014) (Table 3).

**Cuadro 3. Peso promedio (g) de bulbos de Barretero de acuerdo a su tamaño (Reveles *et al.*, 2014).**

**Table 3. Average weight (g) of bulbs of Barretero variety according to its size (Reveles *et al.*, 2014).**

Calibre	6	7	8	9	10	11
Diámetro (mm)	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75
Barretero	42.7	57.6	60.8	79.1	97.3	110.6
Calerense	37.7	51.7	60.6	76	90.6	106.3

Compared with the Calerense garlic variety harvested in the state of Zacatecas, it has been found that Barretero shows a slightly lower protein concentration, while the percentage

promedio de 23.98 t ha<sup>-1</sup> en contraste con Calerense que obtuvo un promedio de 19.96 t ha<sup>-1</sup> durante los cuatro ciclos de cultivo evaluados, lo que representa 20% de incremento en la productividad de Barretero en comparación con Calerense.

**Cuadro 4. Comparación de las características nutritivas de bulbos de ajo entre la variedad Barretero y Calerense** (Figuroa-González *et al.*, 2015a; Figuroa-González *et al.*, 2015b).

**Table 4. Comparison of the nutritional characteristics of garlic bulbs between Barretero and Calerense variety** (Figuroa-González *et al.*, 2015a; Figuroa-González *et al.*, 2015b).

Parámetro	Barretero	Calerense
Proteína (%)	4.3	4.9
Fibra dietaria (%)	1.4	1.02
Sólidos solubles totales (%)	35	33.6
Acidez total titulable (°Bx)	0.32	0.46

### Adaptación de la variedad

La variedad de ajo Barretero se adapta favorablemente a las condiciones del altiplano de Zacatecas y áreas similares, con altitud igual o superior a 2 000 msnm.

En evaluaciones de la variedad Barretero realizadas en el estado de Tlaxcala, se ha observado su adaptación y productividad en comparación con los genotipos establecidos en la región productora de ajo de ese estado, ubicada en el municipio de Terrenate a una altura sobre el nivel del mar de 3 115 metros (Rojas y Reveles, 2013), donde alcanzó un rendimiento de 16.5 t ha<sup>-1</sup>, esto es 96% (8.1 t ha<sup>-1</sup>) más que el material criollo utilizado como testigo, que solo produjo 8.4 t ha<sup>-1</sup>.

Los resultados obtenidos del comportamiento productivo de la variedad Barretero en el estado de Zacatecas y Tlaxcala, indican que esta variedad de ajo es una alternativa para los productores de ajo tipo jaspeado para las regiones con características climáticas semejantes del centro y norte del país, en donde predominan las lluvias en verano y se presentan bajas temperaturas y heladas en el invierno con temperaturas mínimas promedio inferiores a 4 °C (INEGI, 2016).

Diversas evaluaciones de rendimiento realizadas con la variedad Barretero, en comparación con la variedad Calerense han demostrado que Barretero rindió más

of dietary fiber was higher in Barretero as well as the percentage of soluble solids. However, the total titratable acidity was higher in Calerense than in Barretero (Table 4) (Figuroa-González *et al.*, 2015a; Figuroa-González *et al.*, 2015b).

Table 5 shows the yields obtained during four evaluation cycles of the variety under experimental conditions in the Experimental Field Zacatecas. The Barretero variety showed an average potential yield of 23.98 t ha<sup>-1</sup> in contrast to that obtained by Calerense with an average of 19.96 t ha<sup>-1</sup> during the four evaluated crop cycles, which represents a 20% increase in yield in Barretero compared to Calerense.

**Cuadro 5. Rendimientos (kg ha<sup>-1</sup>) de la variedad Barretero comparada con Calerense durante cuatro ciclos de cultivo en el estado de Zacatecas.**

**Table 5. Yields (kg ha<sup>-1</sup>) of the Barretero variety compared to Calerense during four crop cycles in the state of Zacatecas.**

Ciclo otoño-invierno	Barretero	Calerense
2006-2007	19 175	15 658
2011-2012	25 444	20 845
2012-2013	24 567	18 674
2013-2014	26 766	24 684

### Adaptation of the variety

The Barretero garlic variety adapts favorably to the conditions of the Zacatecas plateau and similar areas, with altitude equal to or greater than 2 000 masl.

In evaluations of the Barretero variety carried out in the state of Tlaxcala, it has been observed its adaptation and yield compared to the genotypes established in the garlic producing region of that state, located in the municipality of Terrenate at a height above sea level of 3,115 meters (Rojas and Reveles, 2013), where it reached a yield of 16.5 t ha<sup>-1</sup>, this is 96% (8.1 t ha<sup>-1</sup>) more than the creole material used as a control, which produced only 8.4 t ha<sup>-1</sup>.

The results of the yield behavior of the Barretero variety in the state of Zacatecas and Tlaxcala indicate that this garlic variety is an alternative for jaspeado garlic producers for regions with similar climatic characteristics of the center and north of the country, where rainfall is predominant in

al producir 24 448 kg ha<sup>-1</sup> mientras que Calerense solo produjo 20 714 kg ha<sup>-1</sup> durante el ciclo 2015-2016 en condiciones experimentales en Calera de V. R., Zacatecas, este rendimiento estuvo muy relacionado con el tamaño del bulbo (Hernández *et al.*, 2016). En condiciones comerciales la variedad Barretero ha producido mayor porcentaje de bulbos comerciales que otros clones generados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en Zacatecas (Reveles *et al.*, 2016).

### Disponibilidad de semilla

En el Campo Experimental Zacatecas del INIFAP se dispone de semilla original y se realizan trabajos de conservación e incremento de semilla para su comercialización y puesta a disposición de los productores de la hortaliza.

## Conclusiones

Por medio de selección masal e individual se generó una variedad de ajo jaspeado que denominó Barretero y cuyas principales características distintivas son: crecimiento y maduración de plantas homogéneo, dientes con distribución más compacta y homogénea que otras variedades, lo que hace que los bulbos tengan un peso específico más alto así como rendimiento superior a otras variedades establecidas en el estado de Zacatecas.

La selección individual y masal resultó un método adecuado para generar un genotipo de ajo que puede contribuir a incrementar el rendimiento del cultivo en Zacatecas hasta 17% y que además posee excelentes características comerciales como una coloración rosa-violacea y 13 dientes por bulbo, lo cual garantiza una buena aceptación en el mercado.

## Literatura citada

- CONAJO (Comité Nacional Sistema Producto). 2009. Plan Rector del Sistema Producto Nacional Ajo. León, Guanajuato, México. 21 p.
- Figueroa, G. J. J.; Reveles, H. M. y Cid, R. J. Á. 2015a. Evaluación nutrimental de ajo cosechado en Zacatecas. *In: Congreso Internacional de Recursos Bioticos de Zonas Áridas*. 372-377.
- Figueroa, G. J. J.; Reveles, H. M. y Cid, R. J. Á. 2015b. Composición química de genotipos de ajo (*Allium sativum* L.) cultivadas en el estado de Zacatecas. *In: Congreso Internacional de Recursos Bioticos de Zonas Áridas-UACH*. 378-384.

summer and there are low temperatures and frost in the winter with average minimum temperatures below 4 °C (INEGI, 2016).

Various yield evaluations conducted with the Barretero variety compared to the Calerense variety have shown that Barretero yielded more by producing 24 448 kg ha<sup>-1</sup> while Calerense produced only 20 714 kg ha<sup>-1</sup> during the 2015-2016 cycle under experimental conditions in Calera de V. R., Zacatecas, this yield was closely related to the bulb size (Hernández *et al.*, 2016). In commercial terms Barretero variety has produced higher percentage of commercial bulbos than other clones generated by the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Research in Zacatecas (Reveles *et al.*, 2016).

### Availability of seed

At the Experimental Field Zacatecas of the INIFAP, original seeds are available and work is carried out to preserve and increase seeds for commercialization and make it available to the producers of this vegetable.

## Conclusions

By means of mass and individual selection a variety of jaspeado garlic that was denominated as Barretero and whose main distinguishing characteristics are: homogenous growth and maturation of plants, cloves with more compact and homogenous distribution than other varieties, what makes the bulbos to have a higher specific weight as well as superior yield to other varieties established in the state of Zacatecas.

Individual and mass selection was a suitable method to generate a garlic genotype that can contribute to increase the yield of the crop in Zacatecas up to 17% and also has excellent commercial characteristics such as a pink-violet coloration and 13 cloves per bulbo, which guarantees a good acceptance in the market.

*End of the English version*



- Gebreyohannes, G. and Gebreyohannes, M. 2013. Medicinal values of garlic: a review. *Int. J. Medicine Medical Sci.* 5: 401-408.

- Hernández, E.; Reveles, E. H.; Trejo, M. C.; Cid, R. J. Á. y Velásquez, V. R. 2016. Rendimiento y calidad de ajo (*Allium sativum* L.) variedad Prosur comparado con variedades comerciales en Calera, Zac., *In: XII Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas*, Universidad Autónoma Chapingo. 38-43 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2016. Monografía de Zacatecas. <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/>.
- Macías, V. L. M.; Maciel, P. H. y Velásquez, V. R. 2007. San Marqueño: nuevo clon de ajo tipo perla y su tecnología de producción. Campo Experimental Pabellón-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Aguascalientes, Aguascalientes, México. Folleto técnico núm. 29. 34 p.
- Macías, V. L. M.; Maciel, P. L. H. y Silos, E. H. 2010. "San Marqueño": una nueva variedad de ajo blanco. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 49:4-11.
- Macías, V. L. M.; Maciel, P. L. H. y Silos, E. H. 2014. Diamante: variedad de ajo blanco tipo California generada por selección individual. *Agrofaz*. 14(1):51-59.
- Mahesar, H.; Bhutto, M. A.; Khand, A. A. and Narejo, N. T. 2010. Garlic used as an alternative medicine to control diabetic mellitus in alloxan-induced male rabbits. *Pak. J. Physiol.* 6:39-41.
- PPV y FRA (Protection of Plant Varieties and Farmers' Rights Authority). 2007. Guidelines for the conduct of test for distinctiveness, uniformity and stability on garlic (*Allium sativum* L.). Government of India. 14 p.
- Reveles, H. M.; Velásquez, V. R.; Alvarado, N. M. D. y Rubio, D. S. 2011a. "CEZAC 06": nueva variedad de ajo tipo jaspeado para la región norte-centro de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2:601-606.
- Reveles, H. M.; Cid, R. J. A. y Trejo, C. R. 2014. Densidad relativa de bulbos de ajo variedad Barretero, característica sobresaliente del nuevo genotipo para Zacatecas. *Actualidades y desafíos de la Investigación en Recursos Bióticos de Zonas Áridas*. 627-633 pp.
- Reveles, H. M.; Cid, R. J. Á.; Velásquez, V. R.; Figueroa, G. J. J. y Sáenz, de Á. L. 2016. Productividad de dos clones y la variedad Barretero de ajo en condiciones comerciales en Calera, Zac. *In: XII Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas*, Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 373-378 pp.
- Rivlin, R. S. 2006. Is garlic alternative medicine? *J. Nutr.* 136:713S-715S.
- Rojas, M. I. y Reveles, H. M. 2013. Evaluación agronómica de variedades de ajo (*Allium sativum* L.) en Tlaxcala. *In: Memoria VIII Reunión Nacional de Innovación Agrícola*. Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 156 p.
- SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2015. Estadística agropecuaria 1980-2014. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).
- Totić, I. and Čanak S. 2014. Production and economic specificities in growing of different garlic varieties. *Econ. Agric.* 61:915-928.
- Zdravkovic, J.; Pavlovic N.; Girek Z.; Zdravkovic, M. and Cvikic, D. 2010. Characteristics important for organic breeding of vegetable crops. *Genetika*. 42:223-233.