

Comportamiento agronómico de poblaciones de maíz raza Jala en Nayarit y Estado de México*

Agronomic behavior of populations of maize Jala race in Nayarit and State of Mexico

Jesús Asunción López Guzmán¹, Juan Apolinar Aguilar Castillo², José Jesús García Zavala^{3§}, Ricardo Lobato Ortiz³ y Patricio Sánchez Guzmán³

¹Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado km 16.5. Culiacán, Sinaloa. CP. 80000. (guzman.jesus@inifap.gob.mx). ²Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura. Carretera Tepic-Compostela km 9, Xalisco, Nayarit. CP. 63780. (aguilarcj@hotmail.com). ³Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Genética y Edafología. Colegio de Postgraduados. Carretera. México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, México. CP. 56230. (rlobato@colpos.mx; sanchezp@colpos.mx). [§]Autor para correspondencia: zavala@colpos.mx.

Resumen

La raza Jala de maíz (*Zea mays* L.) es una de las más importantes de México y ha sido cultivada durante siglos en el Valle de Jala, Nayarit, en una superficie actualmente no mayor a 30 ha, y su mazorca se reconoce mundialmente como de mayor tamaño (hasta 60 cm de longitud), siendo un ecotipo; no obstante, debido a “erosión genética” grave se ha observado una reducción dramática en su longitud de mazorca y de grano. Para contribuir a su conservación y mejoramiento genético, se estudió el potencial productivo y atributos agronómicos, en especial la longitud de mazorca (LM) de maíces Jala. Se evaluaron 14 poblaciones: cinco colectas de productores de la región de Jala, siete poblaciones Jala semimejoradas, y dos híbridos varietales con 50% de germoplasma de Jala como testigos para rendimiento. El experimento se estableció en condiciones de secano en cinco localidades: San José de Mojarras, Ixtlán del Río, Jala y Xalisco, en Nayarit, y Colegio de Postgraduados, en el Estado de México, en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Hubo significancia entre poblaciones y entre localidades para todas las variables; la interacción localidades*poblaciones resultó significativa para nueve variables. Entre localidades la LMZ varió de 17.7

Abstract

The Jala race of maize (*Zea mays* L.) is one of the most important in Mexico and has been cultivated for centuries in the Jala Valley, Nayarit, on an area currently no more than 30 ha, and its ear is recognized worldwide as the largest one (up to 60 cm in length), being an ecotype; however, due to severe “genetic erosion” a dramatic reduction in its cob and grain length has been observed. In order to contribute to its conservation and genetic improvement, we studied the productive potential and agronomic attributes, especially the cob length (LM) of Jala maize. We evaluated 14 populations: five collections of producers in the Jala region, seven semi-improved Jala populations, and two varietal hybrids with 50% of Jala germplasm as performance controls. The experiment was carried out under dry conditions in five localities: San José de Mojarras, Ixtlan del Río, Jala and Xalisco, in Nayarit, and Postgraduates College in the State of Mexico, in a randomized complete block experimental design with three repetitions. There was significance among populations and between localities for all variables; the interaction between localities and populations was significant for nine variables. Between localities the LMZ varied from 17.7 to

* Recibido: agosto de 2017
Aceptado: septiembre de 2017

a 20.7 cm, y entre poblaciones de 17.1 a 20.8 cm. El mayor rendimiento de grano lo tuvieron la población P5 y el ambiente A4, 18.6 t ha⁻¹ y 10.9 t ha⁻¹, respectivamente. La población P5 presentó mayor LMZ, pero ninguna de las poblaciones tuvo la LMZ característica de la raza Jala, por lo que se propone aumentar ésta mediante la selección recurrente de mazorcas largas. En contraparte, se identificaron poblaciones y ambientes con alta capacidad de rendimiento de grano.

Palabras clave: *Zea mays* L., longitud de mazorca, raza Jala, rendimiento de grano.

Introducción

La diversidad genética de una especie cultivada representa la variación heredable entre y dentro de sus poblaciones, y es en esa diversidad que operan los procesos de selección que aplican los agricultores y fitomejoradores. Por ello, es necesario caracterizar, aprovechar y conservar la variabilidad genética. Al respecto, México posee una gran diversidad de maíces (*Zea mays* L.), donde cada tipo está adaptado a condiciones ambientales específicas (Muñoz, 2005).

Wellhausen *et al.* (1951) mencionan que en México la variabilidad genética del maíz es el resultado de al menos cuatro factores importantes: las razas primitivas cultivadas como variedades de polinización libre, la introducción de variedades exóticas, cruza naturales entre teocintle y maíz, y la geografía del país, que promueve diferenciación entre tipos climáticos y sistemas agrícolas.

En el continente americano se considera que existen entre 220 y 300 razas de maíz (Brown y Goodman, 1977); en México el maíz se cultiva desde hace miles de años y quizá en ningún otro país sea tan grande la gama de variación genética (Wellhausen *et al.*, 1951), pues se cuentan entre 41 (Ortega *et al.*, 1991), 59 (Sánchez *et al.*, 2000) y 65 razas (LAMP, 1991); sin embargo, el proceso de clasificación e identificación todavía está inconcluso.

Una de las razas de maíz más importantes en México, por sus características únicas como la longitud de su mazorca, es la raza Jala. El reporte más antiguo señala que a inicios del siglo pasado se cultivaban alrededor de 300 hectáreas de maíz Jala, conocido localmente como “maíz de húmedo” y cuyas mazorcas medían hasta 60 cm de longitud (Kempton 1924; Tibón y Beltrán, 1979; Listman y Pineda, 1992).

20.7 cm, and between populations of 17.1 to 20.8 cm. The highest grain yield was obtained by the P5 population and the A4 environment 18.6 t ha⁻¹ and 10.9 t ha⁻¹, respectively. The P5 population had the highest LMZ, but none of the populations had the LMZ characteristic of the Jala race, so it is proposed to increase this by the recurrent selection of long ears. In contrast, populations and environments with high grain yield capacity were identified.

Keywords: *Zea mays* L., ear length, grain yield, Jala race.

Introduction

The genetic diversity of a cultivated species represents the inheritable variation between and within its populations, and it is in this diversity that the selection processes applied by farmers and plant breeders operate. For this reason, it is necessary to characterize, take advantage of and preserve such genetic variability. In this respect, Mexico has a great diversity of maize (*Zea mays* L.), where each type is adapted to specific environmental conditions (Muñoz, 2005).

Wellhausen *et al.* (1951) mention that in Mexico the genetic variability of maize is the result of at least four important factors: the primitive breeds cultivated as free-pollinated varieties, the introduction of exotic varieties, natural crosses between teosinte and maize, and the country's geography, which promotes differentiation between climatic types and agricultural systems.

In the American continent, between 220 and 300 maize races are considered (Brown and Goodman, 1977); in Mexico maize has been cultivated for thousands of years, and perhaps in no other country is the range of genetic variation (Wellhausen *et al.*, 1951), since there are 41 (Ortega *et al.*, 1991), 59 (Sánchez *et al.*, 2000) and 65 races (LAMP, 1991); however, the process of classification and identification is still incomplete.

One of the most important maize breeds in Mexico, because of its unique characteristics such as the length of its cob, is the Jala race. The earliest report states that at the beginning of the last century about 300 hectares of Jala maize, known locally as “wet maize” and whose ears measured up to 60 cm in length (Kempton 1924; Tibón and Beltrán, 1979; Listman and Pineda, 1992). This breed has been cultivated

Esta raza ha sido cultivada exclusivamente en el Valle de Jala, Nayarit, México, durante siglos (Aguilar *et al.*, 2006; CIMMYT, 2007), solo que ahora en una superficie no mayor a 30 ha. La longitud enorme de la mazorca de Jala solo se expresa en el Valle de Jala, por lo que se considera un ecotipo único del Valle y de México. Esta particularidad permite conocer los cambios genéticos y fenotípicos de esta raza durante periodos cortos o largos en una sola área geográfica.

La mazorca del maíz Jala se reconoce mundialmente como la de mayor tamaño (hasta 60 cm de longitud), y su planta es de gran altura, con más de 5 m (Kempton, 1924; Rice *et al.*, 2006), y muy tardía a la cosecha (siete u ocho meses) con poca adaptabilidad (Valdivia *et al.*, 2010). Muñoz (2003) menciona que en el concurso del elote más grande que se realiza en Jala Nayarit, hubo ejemplares con 71 cm de longitud. No obstante, en los últimos 15 años esta raza ha sufrido “erosión genética” grave que ha provocado una reducción dramática en la longitud de mazorca y grano (Aguilar *et al.*, 2006).

Aguilar *et al.* (2006); Rice *et al.* (2006) han enfocado esfuerzos en recuperar el tipo original de mazorca grande, pero no se conoce investigación alguna en la que esta raza se use formalmente para desarrollar maíces mejorados específicos para producir elotes; por ejemplo, para otros usos. No obstante, para aprovechar el potencial genético de la raza de maíz Jala, esta podría combinarse con otros tipos de maíz con usos similares, bajo la hipótesis de que sus cualidades genéticas pueden recombinarse o transferirse a otros maíces de uso común (Valdivia *et al.*, 2010).

Dada la gran importancia de mantener los recursos genéticos del maíz Jala en su forma más pura, especialmente su característica de longitud de mazorca grande, y con el propósito de proponer alternativas para su conservación y su mejoramiento genético, así como de evaluar en especial su longitud de mazorca, su rendimiento y otros atributos agronómicos, en el presente trabajo se evaluaron poblaciones nativas y semimejoradas con germoplasma de esta raza en diferentes ambientes de los estados de México y Nayarit.

Materiales y métodos

En este trabajo se evaluaron 14 poblaciones de maíz representativas de la raza Jala o con germoplasma de esta. Cinco poblaciones se colectaron de agricultores de la región de Jala, Nayarit, durante el año 2012, a las que se

exclusively in the Jala Valley, Nayarit, Mexico, for centuries (Aguilar *et al.*, 2006; CIMMYT, 2007), only now in an area of no more than 30 ha. The enormous length of the Jala ear is only expressed in the Jala Valley, which is why it is considered a unique ecotype of the Valley and of Mexico. This particularity allows to know the genetic and phenotypic changes of this race during short or long periods in a single geographical area.

The cob of the Jala maize is recognized worldwide as the largest (up to 60 cm in length), and its plant is high, with more than 5 m (Kempton, 1924; Rice *et al.*, 2006), and very late to harvest (seven or eight months) with poor adaptability (Valdivia *et al.*, 2010). Muñoz (2003) mentions that in the contest of the largest corn that is realized in Jala Nayarit, there were specimens with 71 cm in length. However, in the last 15 years this breed has suffered severe “genetic erosion” that has caused a dramatic reduction in cob and grain length (Aguilar *et al.*, 2006).

Aguilar *et al.* (2006); Rice *et al.* (2006) have focused efforts on recovering the original large ear type, but there is no known research in which this breed is formally used to develop specific improved maize to produce corn, for example, or for other uses. However, to exploit the genetic potential of the Jala maize breed, it could be combined with other types of maize with similar uses under the hypothesis that its genetic qualities may be recombined or transferred to other commonly used maize (Valdivia *et al.*, 2010).

Given the great importance of maintaining the genetic resources of Jala maize in its purest form, especially its large ear length characteristic, and with the purpose of proposing alternatives for its conservation and genetic improvement, as well as to evaluate its length on yield and other agronomic attributes, the present work evaluated native and semi-improved populations with germplasm of this breed in different environments of the states of Mexico and Nayarit.

Materials and methods

In this work, 14 maize populations representative of the Jala race or with germplasm of this breed were evaluated. Five populations were collected from farmers in the region of Jala, Nayarit, during 2012, who were named P1, P2, P3,

les denominó P1, P2, P3, P4 y P5 siete poblaciones fueron los compuestos de selección individual UAN-2008, UAN-2009A, UAN-2009B, UAN-2009C, UAN-2010, UAN-2011, y Montecillo-2007 y dos poblaciones fueron los híbridos varietales 13 XT y 8 XT con 50% de germoplasma de Jala, los cuales se usaron como testigos para el rendimiento de grano.

Las poblaciones se sembraron en 2012 en cinco localidades (Cuadro 1), tres de las cuales L1, L2, y L3 se establecieron en parcelas de agricultores cooperantes del estado de Nayarit. La localidad L4 se estableció en las instalaciones de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, y L5 en el Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México.

P4 and P5. Seven populations were the individual selection compounds UAN-2008, UAN-2009A, UAN-2009B, UAN-2009C, UAN-2010, UAN-2011, and Montecillo-2007 and two populations were the 13 XT and 8 XT varietal hybrids with 50% of Jala germplasm, which were used as controls for the yield of grain.

The populations were planted in 2012 in five localities (Table 1), three of which L1, L2, and L3 were established in plots of cooperating farmers in the State of Nayarit. The locality L4 was established in the facilities of the Academic Unit of Agriculture of the Autonomous University of Nayarit, Xalisco, Nayarit, and the L5 in the College of Postgraduates, *Campus* Montecillo, Texcoco, State of Mexico.

Cuadro 1. Características edafoclimáticas y ubicación geográfica de las localidades donde se evaluaron las 14 poblaciones de maíz de la raza Jala. 2012.

Table 1. Soil and climatic characteristics and geographical location of the localities where the 14 maize populations were evaluated of Jala race. 2012.

Localidad	Nombre	Textura del suelo	pH	Precipitación (mm)	Altitud (m)	Temperatura (°C)	Latitud N	Longitud O
L1	San José de Mojarras	Arcillosa	5.8	1113	912	24.3	21°25'	104°36'
L2	Ixtlán del Río	Franco	6.5	859.8	1038	23	21° 02'	104°33'
L3	Jala	Arena	5.6	837.4	1016	23.2	21°05'	104°31'
L4	Xalisco	Franco arenoso	4.7	1232.4	984	23	21°22'	104°24'
L5	Montecillo	Arcillosa	8.4	655.6	2250	16.3	19°30'	98°52'

pH=pH del suelo.

El establecimiento de los ensayos en las localidades L1, L2, L3 y L4 coincidió con el inicio de la temporada de lluvias; en la L5 se sembró el 10 de mayo, donde se aplicaron riegos de auxilio hasta el establecimiento del periodo normal de lluvias. En cada localidad la evaluación se hizo en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. En todos los casos la unidad experimental fue de dos surcos de 5 m de longitud y 0.8 m entre surcos, y se depositaron dos semillas por golpe cada 0.35 m. Cabe hacer mención, que en estos cinco experimentos se utilizó la misma densidad de población de (70 000 plantas ha⁻¹), pero el agricultor tradicionalmente siembra a una densidad menor (de 30 000 a 40 000 plantas ha⁻¹). La fertilización y labores de cultivo se realizaron de acuerdo con las prácticas tradicionales de cada localidad.

Caracteres agronómicos

De cada parcela se seleccionaron al azar cinco plantas con competencia completa (cc), en las que se midieron las siguientes 13 variables:

The establishment of the tests in the localities L1, L2, L3 and L4 coincided with the beginning of the rainy season; in the L5 was planted on May 10, where irrigation was applied until the normal rainy season was established. In each locality the evaluation was done in an experimental design of complete blocks at random with three repetitions. In all cases the experimental unit was two rows 5 m long and 0.8 m between rows, and two seeds were deposited per blow every 0.35 m. It should be noted that in these five experiments the same population density was used (70 000 plants ha⁻¹), but the farmer traditionally sowed at a lower density (from 30 000 to 40 000 plants ha⁻¹). Fertilization and cultivation were carried out in accordance with the traditional practices of each locality.

Agronomic characters

From each plot, five plants with complete competition (cc) were randomly selected, in which the following 13 variables were measured:

Caracteres vegetativos y fenológicos: en la etapa de hoja bandera se midió altura de planta (AP, de la base del suelo a la hoja bandera, en cm) y altura a la mazorca principal (AM, cm). En la etapa de floración se midió: floración femenina (FF, cuando 50%+1 del total de plantas de la unidad experimental presentó estigmas expuestos) y floración masculina (FM, cuando 50%+1 de plantas presentó anthesis en las espigas), ambas en días después de la siembra (dds), y acame de tallo, en una escala de 1 a 5 donde, 1 equivalió a la parcela totalmente erecta, 2, 3, 4 y 5 equivalieron a 25, 50, 75 y 100% de la parcela acamada, respectivamente.

Caracteres de la mazorca: las mazorcas se secaron a temperatura ambiente en asoleadero y cuando llegaron a humedad constante se midió: la longitud (LMZ, cm), el diámetro (DMZ) al centro de la mazorca, cm), se contó el número de hileras (HMz) y granos por hilera (GRh), y se calificó el aspecto de mazorca en una escala de 1 a 5, donde 1 correspondió a la mejor mazorca y completamente sana; 2, 3, 4 y 5 correspondieron a 25, 50, 75 y 100% de mazorcas malas o dañadas, respectivamente.

Caracteres de grano: las mazorcas se desgranaron de la parte central, se tomó una muestra de 10 granos y se tomaron los siguientes datos: ancho (AGr, cm) y longitud (LGr, cm), obteniéndose un promedio. Además, se calculó el rendimiento de mazorca por planta (RGp), mediante el cociente del peso de mazorcas a humedad constante por parcela entre el número de plantas cosechadas por parcela.

Para el análisis de los datos se aplicó un análisis de varianza combinado de localidades y una prueba de Tukey para comparación de medias. Los análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) se hicieron mediante el paquete estadístico SAS System for Windows 9.1 (SAS Institute, 2002).

Resultados y discusión

El análisis de varianza detectó que entre poblaciones y entre localidades hubo significancia ($p \leq 0.01$) para todas las variables (Cuadro 2), lo cual indica que existieron diferencias fenotípicas y genotípicas grandes entre genotipos, aun cuando éstos provinieron de la misma fuente genética que fue la raza Jala y de la misma región, por lo que se infiere variación genética grande dentro de la raza, además el potencial productivo promedio de los ambientes fue diferente, y al menos uno de ellos fue altamente contrastante en sus

Vegetative and phenological characters: in the stage of flag leaf was measured plant height (AP, from the base of the soil to the flag leaf, in cm) and height to the main ear (AM, cm). In the flowering stage, female flowering (FF, when 50% +1 of the total plants of the experimental unit had exposed stigmas) and male flowering (FM, when 50% + 1 of plants had anthesis in the ears), both on days after sowing (dds) and stalk intercourse, on a scale of 1 to 5 where 1 was equivalent to the fully erect plot, 2, 3, 4 and 5 were 25, 50, 75 and 100% of the bedded plot, respectively.

Characters cob: cobs were dried at room temperature in drying and when they reached constant humidity was measured: the length (LMZ, cm), the diameter (DMZ) to the center of the ear, cm), the number of counted row (HMz) and grains per row (GRh), and the aspect of cob was classified in a scale of 1 to 5, where 1 corresponded to the best ear and completely healthy; 2, 3, 4 and 5 corresponded to 25, 50, 75 and 100% of bad or damaged cobs, respectively.

Grain characters: the cobs were individually peeled and a sample of 10 grains were taken from the central part, from which the following data were taken: width (AGr, cm) and length (LGr, cm) obtained its average. In addition, the yield of cob per plant (RGp) was calculated by the quotient of the weight of ears at constant moisture per plot between the number of plants harvested per plot.

For analysis of the data and applied to a combined analysis of variance localities and a Tukey test for comparison of means. The analysis the variance and Tukey test ($\alpha=0.05$) they were made using the SAS System for Windows 9.1 statistical package (SAS Institute, 2002).

Results and discussion

The analysis of variance detected that between populations and between localities there was significant ($p \leq 0.01$) for all variables (Table 2), indicating that there were large phenotypic and genotypic differences between genotypes, even though they originated from the same genetic source which was the Jala race and the same geographic region, so that large genetic variation within the breed is inferred in addition, that the average productive potential of the environments was different, and that at least one of them was highly contrasting in its effects on genotypes with

efectos sobre los genotipos con los demás. En la interacción Loc*Pob hubo significancia para nueve variables (80%), indicando que al menos uno de los genotipos presentó un comportamiento agronómico diferente para esos caracteres al ser evaluado en localidades diferentes (Cuadro 2).

Los coeficientes de variación del análisis combinado fueron bajos en general, pues oscilaron entre 4 y 23%, con excepción del rendimiento de mazorca por planta (RGp, 38%) y acame de tallo (ACT, 26%) (Cuadro 2), lo cual indica la confiabilidad de la información y que RGp y ACT fueron variables altamente influenciadas por los cambios ambientales a través de localidades, al ser altamente cuantitativos.

others. In the interaction Loc*Pop there was significance for nine variables (80%), indicating that at least one of the genotypes presented a different agronomic behavior for those characters when evaluated in different localities (Table 2).

The coefficients of variation of the combined analysis were generally low, ranging from 4 to 23%, except for the yield of cob per plant (RGp, 38%) and stemming (ACT, 26%) (Table 2). Which indicates the reliability of the information and that RGp and ACT were variables highly influenced by the environmental changes through localities, being highly quantitative.

Cuadro 2. Cuadros medios del análisis de varianza combinado de 13 caracteres medidos en 14 poblaciones de maíz de la raza Jala evaluadas en cinco localidades.

Table 2. Mean squares of the combined variance analysis of 13 characters measured in 14 maize populations of the Jala race evaluated in five locations.

FV	Variables													
	FM (dds)	FF (dds)	AP (cm)	AM (cm)	ACT	AMZ	LMZ (cm)	DMZ (cm)	HMz	GRh	AGr (cm)	LGr (cm)	RGp (g)	
Población	166.2**	143.5**	3032.5**	5166.1**	0.8**	1.2**	17.1**	0.09*	3.9**	31.7**	0.026**	0.53**	4040.5**	
Localidad	12238.02**	881.3**	93999.5**	31366.5**	4.35**	17.3**	74.7**	1.55**	3.1**	379.9**	0.036**	1.73**	68711.1**	
Rep(Loc)	4.8 ^{ns}	3.8 ^{ns}	685.01 ^{ns}	225.03 ^{ns}	0.54*	0.4 ^{ns}	3.1 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.6 ^{ns}	18.9 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.04 ^{ns}	2675.1 ^{ns}	
Loc*Pob	26.4**	8.4 ^{ns}	637.2**	456.4*	0.5**	0.6**	3.5 ^{ns}	0.08**	0.9*	26.6**	0.006**	0.04**	3202.5**	
Error	12.04	6.6	365.4	306.4	0.27	0.3	2.5	0.05	0.5	12.2	0.003	0.02	1572.3	
CV (%)	4	4	6	9	26	23	8	4	6	10	5	8	38	
Media	84.5	78.1	315	188	1.9	2.2	19.3	4.8	12.2	34.3	1.05	1.8	104	

FV= fuente de variación; FM= floración masculina; FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; ACT= acame de tallo; AMZ= aspecto de mazorca; LMZ= longitud de mazorca; DMZ= diámetro de mazorca; HMz= hileras por mazorca; GRh= granos por hilera; AGr= ancho de grano; LGr= longitud de grano; RGp= rendimiento de grano por planta; *, **, ns= diferencia significativa con $\alpha=0.05$, $\alpha=0.01$, no significativa, respectivamente; CV= coeficiente de variación; Pob= población; loc= localidad; rep (loc)= repeticiones anidado en localidades; Loc*Pob= interacción localidad por poblaciones; Rep= repetición.

Con respecto a las comparaciones de medias (Cuadro 3), la variación entre promedios de las variables en general fue amplia. Así, la FM quedó representada por varios grupos significativos, que fluctuaron de 77.2 a 89 dds, la FF varió de 70 a 80.7 dds, la AP fue de 282 a 328.5 cm, la AM tuvo valores de 141.4 a 210.7 cm, el acame de tallo resultó de 1.4 a 2.2, el aspecto de mazorca varió de 1.6 a 2.6, en tanto que la LMZ fue de 17.1 y 20.8 cm; las HMz fueron de 11.6 a 13.4 hileras; los GRh variaron de 31.8 a 36.5 granos, el AGr fue de 0.95 a 1.09 cm y la LGr varió de 1.7 a 1.9 cm. El rendimiento de mazorca por planta (RGp) no mostró diferencia significativa entre promedios, aunque los valores variaron de 82 a 131 g (5.7 a 9.1 t ha⁻¹) (Cuadro 3). El DMZ no mostró diferencias entre promedios, y su amplitud fue de 4.6 a 4.9 cm. Para la variable

With respect to the comparisons of means (Table 3), the variation between averages of the variables in general was wide. Thus, FM was represented by several significant groups, ranging from 77.2 to 89 dds, the FF ranged from 70 to 80.7 dds, the AP was 282 to 328.5 cm, the AM had values of 141.4 to 210.7 cm, the stalk resulted from 1.4 to 2.2, the cob aspect varied from 1.6 to 2.6, while the LMZ was 17.1 and 20.8 cm; the HMz were 11.6 to 13.4 rows; GRh ranged from 31.8 to 36.5 grains, AGr was 0.95 to 1.09 cm and LGr ranged from 1.7 to 1.9 cm. The cob yield per plant (RGp) showed no significant difference between averages, although values ranged from 82 to 131 g (5.7 to 9.1 t ha⁻¹) (Table 3). The DMZ did not show differences between averages, and its amplitude was of 4.6 to 4.9 cm. For the variable ear yield

rendimiento de mazorca por planta, se observó significancia alta entre genotipos (Cuadro 2), y la prueba de medias de Tukey detectó significancia únicamente entre los promedios de P5 y Montecillo 2007 (Cuadro 3), lo que indica que para el productor de maíz 9.1 toneladas pueden considerarse sustancial y numéricamente más que 5.7 toneladas.

per plant, high significance was observed between genotypes (Table 2), and Tukey's mean test detected significance only between the averages of P5 and Montecillo 2007 (Table 3), indicating that for the producer of maize 9.1 tonnes may be considered substantially and numerically more than 5.7 tonnes.

Cuadro 3. Comparación de medias (Tukey $\alpha=0.05$ de probabilidad) de 13 variables de 14 poblaciones de maíz de la raza Jala evaluadas en cinco localidades.

Table 3. Comparison of means (Tukey $\alpha=0.05$ probability) of 13 variables from 14 maize populations of the Jala race evaluated in five localities.

Población	FM (dds)	FF (dds)	AP (cm)	AM (cm)	ACT	AMZ	LMZ (cm)	DMZ (cm)	HMz	GRh	AGr (cm)	LGr (cm)	RGp (g)
P1	82.4cd ^s	76.3b	314.8a-c	183.7ab	2.2a	2.3a-c	18.1c-e	4.7a	12.1c	34ab	1.07a	1.8ab	118a
P2	83.8c	78.9ab	313a-c	196.6ab	2.2ab	2.4ab	17.8de	4.8a	12.4bc	33.8ab	1.04ab	1.8ab	93a
P3	86.4a-c	80.3a	328.5 ^a	202a	2.1ab	2.4ab	19.6a-d	4.9a	12.5a-c	35.5ab	1.06a	1.9a	90a
P4	85.7a-c	78.5ab	317.5ab	193.3ab	2.1ab	1.9b-d	19.4a-d	4.7a	11.8c	35.2ab	1.04ab	1.7ab	88a
P5	85.4a-c	80.08a	322.2ab	198.5ab	2.1ab	2.1a-d	20.6a	4.7a	12.1c	35.9ab	1.03ab	1.7ab	131a
UAN-2009A	86.6a-c	79.7ab	303.9b-d	183.4ab	2ab	2.3a-c	19.9a-c	4.7a	11.6c	31.9b	1.08a	1.7ab	91a
UAN-2009C	88.2ab	80.5a	323.6ab	188.7ab	2a-c	2.6 ^a	19.9a-c	4.7a	11.8c	32.5ab	1.09a	1.7b	100a
UAN-2009B	86.2a-c	80a	322.8ab	193.6ab	2a-c	2.1a-d	19.8a-c	4.8a	12.3bc	34.5ab	1.05a	1.8ab	97a
UAN-2011	85.2a-c	80.7a	327.8 ^a	204.4a	2a-c	2.1a-d	20.8a	4.9a	12c	36.5a	1.08a	1.8ab	124a
UAN-2008	84.5bc	79.8ab	307.8a-c	179b	1.9a-c	2.5ab	20.1a-b	4.8a	12.1c	31.8b	1.09a	1.7ab	101a
Montecillo 2007	89a	79.5ab	324.3ab	202.6a	1.9a-c	2.2a-d	19.2a-d	4.7a	11.8c	34.5ab	1.09a	1.7ab	82b
UAN-2010	84.7a-c	79ab	329.5 ^a	210.7a	1.9a-c	2.2a-d	19.7a-d	4.8a	12.2c	33.5ab	1.07a	1.8ab	93a
13 XT	78.2de	70.9c	292.1cd	155.1c	1.6bc	1.7cd	18.4b-e	4.9a	13.4a	34.8ab	0.98bc	1.8ab	125a
8 XT	77.2e	70c	282d	141.4c	1.4c	1.6d	17.1e	4.6a	13.2ab	35.6ab	0.95c	1.7ab	123a
Promedio	84.5	78.1	315	188	1.9	2.2	19.3	4.8	12.2	34.3	1.05	1.8	104
DSM	4.3	3.6	23.8	21.8	0.6	0.6	1.9	0.2	0.8	4.3	0.06	0.1	49

P1-P5= variedad de productor 1 a 5; FM= floración masculina; FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; ACT= acame de tallo; ASM= aspecto de mazorca; LMZ= longitud de mazorca; DMZ= diámetro de mazorca; HMz= hileras por mazorca; GRh= granos por hilera; AGr= ancho de grano; LGr= longitud de grano; RGp= rendimiento de mazorca por planta; DSM= diferencia significativa mínima. ^s= medias con distinta letra en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Con respecto a la longitud de mazorca (LMZ), los valores promedio de esta en las cinco localidades y de las 14 poblaciones de maíz evaluadas se presentan en el Cuadro 4. En la localidad L1, la población que mostró mayor expresión en LMZ fue UAN-2008, con 22 cm en L2 fue el productor 5 (P5) con una LMZ de 22.9. En la localidad 3 Jala, la población que mostró una mayor longitud fue UAN-2011, con un promedio de 20.8 cm, en la localidad L4 la población que presentó mayor longitud fue la del productor 4 (P4), con 19.9 cm, finalmente, en la localidad L5, Montecillo, la población que tuvo la mayor expresión fue UAN-2011, con una longitud de 19.8 cm. Estos resultados evidencian que la mazorca de las poblaciones de maíz Jala de este trabajo actualmente ya

With respect to the ear length (LMZ), the mean values of this in the five localities and the 14 maize populations evaluated are presented in Table 4. In the locality L1, the population that showed the highest expression in LMZ was UAN-2008, with 22 cm in L2 was producer 5 (P5) with an LMZ of 22.9. In the locality 3 Jala, the population that showed a greater length was UAN-2011, with an average of 20.8 cm, in the locality L4 the population that presented greater length was the one of the producer 4 (P4), with 19.9 cm, finally, in the locality L5, Montecillo, the population that had the greater expression was UAN-2011, with a length of 19.8 cm. These results evidenced that the maize of the maize populations of this work at present no longer

no presentan las longitudes previamente reportadas para la raza (Muñoz, 2005), por lo que se infiere erosión genética y contaminación en esta, y posiblemente efectos adversos del cambio climático, el cual se ha agudizado en los últimos años (Muñoz, 2014).

En general, pudo observarse que la población UAN-2011 fue la que presentó una mayor longitud, con un promedio de 20.8 cm, y la localidad donde se expresó una mayor longitud fue la L2, que correspondió a Ixtlán del Río, con un promedio de mazorca de 20.7 cm (Cuadro 4), valor muy alejado del mencionado (71 cm) por Muñoz (2003).

present the previously reported lengths for the breed (Muñoz, 2005), so genetic erosion and contamination is inferred in this, and possibly adverse effects of climate change, which has become more acute in recent years (Muñoz, 2014).

In general, it was observed that the UAN-2011 population was the one that presented a longer length, with an average of 20.8 cm, and the locality where it was expressed a greater length was the L2, that corresponded to Ixtlan of the Río, with an average of 20.7 cm cob (Table 4), a very distant value (71 cm) by Muñoz (2003).

Cuadro 4. Longitud de mazorca en promedio de poblaciones y de ambientes.
Table 4. Length of cob on average populations and environments.

Poblaciones	Localidades					Promedio
	L1	L2	L3	L4	L5	
P1	18.5a [§]	19.8a-b	16.7a	18.6b-d	17.1a	18.1c-e
P2	17.9a	20.4a-b	16.4a	18.7b-d	15.8a	17.8de
P3	20.7a	20.7a-b	17.6a	20.8a-d	18.5a	19.6a-d
P4	21.1a	20.6a-b	17.1a	19.9a-d	18.2a	19.4a-d
P5	21.1a	22.9a	18.7a	22.6a	17.7a	20.6a
UAN-2009A	18.8a	22.3a-b	19.1a	20.6a-d	18.9a	19.9a-c
UAN-2009C	21.4a	21.8a-b (27 a 32)	17.4a	21.3a-c	17.6a	19.9a-c
UAN-2009B	20a	21.3a-b	18.4a	21.6ab	17.8a	19.8a-c
UAN-2011	21.9a (24 a 30) ^β	19.9a-b	20.8a (22 a 29)	21.8ab	19.8a (19 a 20)	20.8a
UAN-2008	22a	21.1a-b	17.3a	21.2a-c	18.9a	20.1ab
Montecillo 2007	21.5a	20.2a-b	18.8a	19.6a-d	16.7a	19.2a-d
UAN-2010	20.4a	21.4a-b	16.9a	22ab (28 a 31)	17.7a	19.7a-d
13 XT	18.2a	19.2a-b	17.6a	17.6cd	19.5a	18.4b-e
8 XT	16a	17.9b	15.9a	17.4d	18.6a	17.1e
Promedio	19.9a	20.7a	17.7b	20.2a	18b	

P1-5= productor; L1= San José de Mojarras; L2= Ixtlán del Río; L3= Jala; L4= Xalisco; L5= Montecillos; β= fluctuación por localidad de la población que presentó mayor longitud de mazorca en las tres repeticiones. §= medias con distinta letra en una hilera son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

La localidad L3 correspondió a Jala, Nayarit, el promedio de longitud de mazorca fue de 17.7 cm, quedando en el último lugar a través de localidades. Cabe hacer mención, que esa es la localidad de origen de esta raza, donde en el pasado se han documentado mazorcas de hasta 60 cm o más de longitud (López, 2002; Rice *et al.*, 2006). La pérdida de la expresión de longitud de la mazorca se debe a la escasez tremenda de semilla de la raza típica Jala, también a la introducción de nuevos cultivos, como el maíz híbrido que contamina la pureza genética de Jala o la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), el tabaco (*Nicotina tabacum*) y la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), que quitaron superficie de cultivo y de diversidad de la raza Jala

The locality L3 corresponded to Jala, Nayarit, and there the average length of cob was 17.7 cm, remaining in the last place through localities. It should be noted that this is the locality of origin of this breed, where in the past, ears of up to 60 cm or more in length have been documented (López, 2002; Rice *et al.*, 2006). The loss of the expression of ear length is due in large part to the tremendous shortage of seed of the typical Jala race, and also to the introduction of new crops, such as hybrid maize that contaminates the genetic purity of Jala, or sugarcane (*Saccharum spp.*), tobacco (*Nicotina tabacum*) and Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), which removed surface cultivation and diversity of the Jala

(Aguilar y Carballo, 2007) y por la construcción de nuevas vías de comunicación que también ocasionaron la reducción en la superficie de siembra y la pérdida de variedades.

Aquí cabe mencionar que en la localidad de Jala inicialmente se sembró una parcela con semilla de características similares a las que los productores tradicionalmente usan, y donde ellos han obtenido las mejores expresiones de mazorca y rendimiento, pero por condiciones naturales atípicas (desbordamiento de río y arroyo) esta parcela se perdió y solo se pudo contar con los datos de la parcela con las características mencionadas en el Cuadro 1. Esto pudo influir en la baja expresión de mazorca y bajo rendimiento de grano obtenidos con las poblaciones y sitios evaluados.

No obstante, con los resultados encontrados en las poblaciones evaluadas de maíz Jala, se puede mencionar que esta raza ya ha sufrido “erosión genética” grave, de acuerdo con Rice *et al.* (2006) en el pasado reciente se documentaron mazorcas de 60 cm o más de longitud, mientras que en el presente estudio la mazorca de mayor longitud encontrada fue de 33 cm, dato que concuerda con lo reportado por Wellhausen *et al.* (1951), quienes mencionan longitudes de mazorca de 30.5 cm. No obstante, esto contrasta con lo señalado por Rice *et al.* (2006), en el sentido que esta raza ha disminuido la longitud de la mazorca de 28 cm en los últimos 15 años; es decir, de 60 cm ha bajado a 32 cm en promedio.

En cuanto al rendimiento de mazorca por localidad, la mejor expresión numérica de este carácter se obtuvo en Xalisco e Ixtlán del Río, Nayarit, con 157 y 121 g (10.9 y 8.4 t ha⁻¹), respectivamente, y una diferencia significativa entre ellas de 36 g (2.5 t ha⁻¹). El alto rendimiento obtenido en estas localidades podría atribuirse a la mayor cantidad y distribución de la precipitación pluvial durante el ciclo de evaluación y a las mejores características de textura y fertilidad del suelo, caso contrario y contrastante en la localidad de Jala, donde su rendimiento promedio fue de 49 g (3.4 t ha⁻¹) (Cuadro 5).

El resultado anterior en Jala pudo deberse a la presencia de sequía severa antes de la floración y durante el periodo de llenado de grano y a las características de producción no representativas del predio usado, tales como textura arenosa y escasas retención de humedad y fertilidad del suelo, que provocó que esta localidad resultara la más desfavorable, con el rendimiento más bajo, aun cuando se reconoce que Jala, Nayarit, es el sitio donde únicamente se obtienen las mazorcas de la raza Jala más grandes del mundo; es decir, solo ahí opera el ecotipo en las condiciones favorables.

race (Aguilar and Carballo, 2007) and by the construction of new which also led to a reduction in planting area and loss of varieties.

It is worth mentioning that in the town of Jala a seed plot with characteristics similar to those traditionally used by farmers was sown, and where they have obtained the best expressions of ear and yield, but by atypical natural conditions (river overflow and stream), this plot was lost and it was only possible to count the data of the plot with the characteristics mentioned in Table 1. This could influence in the low expression of cob and low yield of grain obtained with the evaluated populations and sites.

However, with the results found in the evaluated populations of Jala maize, it can be mentioned that this breed has already suffered from severe “genetic erosion”, as according to Rice *et al.* (2006) in the recent past documented cobs of 60 cm or more in length, while in the present study the longest cob was found to be 33 cm, which is in agreement with Wellhausen *et al.* (1951), who mention ear lengths of 30.5 cm. However, this contrasts with that reported by Rice *et al.* (2006), in the sense that this breed has had a decrease in the length of the cob of 28 cm in the last 15 years; that is, 60 cm has been lowered to 32 cm on average.

As for cob yield per locality, the best numerical expression of this character was obtained in Xalisco and Ixtlán of Río, Nayarit, with 157 and 121 g (10.9 and 8.4 t ha⁻¹), respectively, and a significant difference between them of 36 g (2.5 t ha⁻¹). The high yield obtained in these localities could be attributed to a greater quantity and better distribution of the rainfall during the evaluation cycle, and the good characteristics of texture and soil fertility, opposite and contrasting in the locality of Jala, where its yield mean was 49 g (3.4 t ha⁻¹) (Table 5).

The previous result in Jala could be due to the presence of severe drought before flowering and during the period of grain filling, and to the non-representative production characteristics of the land used, such as sandy texture and low moisture retention and soil fertility, which resulted in this locality being the most unfavorable, with the lowest yield, even though it is recognized that Jala, Nayarit, is the site where only the largest ears of the Jala race of the world are obtained; that is to say, only there operates the ecotype under the favorable conditions.

Cuadro 5. Rendimiento de grano por planta (g) para poblaciones y ambientes.
Table 5. Grain yield per plant (g) for populations and environments.

Genotipos	Localidades					Promedio
	L1	L2	L3	L4	L5	
P1	73 a ^s	159 a	71 a	167 ab	121a	118 a
P2	47 a	129 a	35 a	167 ab	90 a	93 a
P3	80 a	123 a	28 a	136 ab	83 a	90 a
P4	48a	134 a	47 a	127 ab	84 a	88 a
P5	157 a	107 a	27a	267 a	96 a	131 a
UAN-2009A	29 a	114 a	72 a	107 ab	135 a	91 a
UAN-2009C	131 a	100 a	36 a	122 ab	109 a	100 a
UAN-2009B	100 a	119 a	41 a	122 ab	105 a	97 a
UAN-2011	178 a	99 a	74 a	158 ab	108 a	124 a
UAN-2008	28 a	112 a	27 a	188 ab	148 a	101 a
Montecillo 2007	40 a	142 a	55 a	99 b	75 a	82 a
UAN-2010	75 a	98 a	33 a	157 ab	101 a	93 a
13 XT	75 a	120 a	61 a	232 ab	139 a	125 a
8 XT	113 a	139 a	80 a	150 ab	133 a	123 a
Promedio	83 c	121 b	49 d	157 a	108 b	

P1-5= productor; L1= San José de Mojarras; L2= Ixtlán del Río; L3= Jala; L4= Xalisco; L5= Montecillos. ^s= medias con distinta letra en una hilera son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Las mejores poblaciones rindieron entre 97 y 131 g (6.7 y 9.1 t ha⁻¹) por planta, y las peores variaron de 82 a 93 g (5.7 y 6.5 t ha⁻¹), siendo la mejor P5 y superando a los testigos, mientras que la peor fue Montecillo 2007, porque esta población fue seleccionada por varios ciclos en Montecillo, Texcoco, Estado de México, donde prevalecen condiciones templadas semisecas de Valles Altos muy contrastantes a las del Valle de Jala, Nayarit (Cuadro 1), y la raza Jala, siendo un ecotipo, no prospera igual en otro sitio fuera del Valle, aun con selección.

En la localidad de Xalisco, Nayarit, que tuvo las mejores condiciones ambientales, se tuvieron poblaciones con rendimientos de grano por planta superiores a 267 g (18.6 t ha⁻¹) (Cuadro 5). El alto rendimiento obtenido en la localidad de Xalisco puede atribuirse a que su media de LMZ fue de 20.2 cm, la cual fue de las más altas. Además, en esta localidad la P5 fue la que presentó una mayor LMZ, con un promedio de 20.6 cm, solo por debajo 0.2 cm de la media general de 20.8 cm (Cuadro 3).

En el Cuadro 5 se observa que en la localidad de Jala, que presentó condiciones desfavorables por sequía durante la floración y la etapa de llenado de grano, la mejor población,

The best populations yielded between 97 and 131 g (6.7 and 9.1 t ha⁻¹) per plant, and the worst ranged from 82 to 93 g (5.7 and 6.5 t ha⁻¹), with P5 being the best, (Montecillo, Texcoco, State of Mexico), where prevailing semidry temperate conditions of High Valley are very different from those of Valley of Jala, Nayarit (Table 1), and the Jala race, being an ecotype, does not flourish the same elsewhere outside the Valley, even with selection.

In the town of Xalisco, Nayarit, which had the best environmental conditions, populations with grain yields per plant were higher than 267 g (18.6 t ha⁻¹) (Table 5). The high yield obtained in the locality of Xalisco can be attributed to that its average of LMZ was of 20.2 cm, which was of the highest. In addition, P5 presented the highest LMZ, with an average of 20.6 cm, only 0.2 cm below the overall mean of 20.8 cm (Table 3).

In the Table 5 shows that in the locality of Jala, presented unfavorable conditions drought during flowering and stage of grain filling, the best population that was the hybrid control 8 XT, reached a maximum yield of 80 g (5.6 t ha⁻¹), which is acceptable, since it exceeded the national average

que fue el híbrido testigo 8 XT, alcanzó un rendimiento máximo de 80 g (5.6 t ha^{-1}), lo cual es aceptable, dado que superó el promedio nacional de 3.5 t ha^{-1} de grano (SIAP, 2015) bajo condiciones adversas. No obstante, en las otras localidades algunas de las poblaciones superaron en rendimiento a los híbridos testigo (Cuadro 5), lo que indica su potencial genético como poblaciones para ser aprovechadas en programas locales y nacionales de mejoramiento genético de la raza Jala.

Como estrategias de conservación y de mejoramiento genético de la raza Jala de maíz, con base en las evidencias obtenidas en este trabajo, se propone que se realicen colectas exhaustivamente en todo el Valle de Jala donde esta se cultiva, abarcando la totalidad de los productores. Ello permitirá concentrar la totalidad del germoplasma disponible actualmente para hacer evaluaciones de más poblaciones y ambientes en el Valle de Jala para encontrar aquél más promisorio como típico maíz Jala. En este trabajo se encontró que la población P5 fue la de máximo rendimiento de grano en la localidad de Xalisco, Nayarit, y también tuvo la mayor longitud de mazorca. Esta población podría ser usada como base genética para recuperar la longitud de mazorca y buen rendimiento de grano en la raza Jala mediante la selección recurrente practicada en ambientes del Valle de Jala en Nayarit sobre individuos típicos de la raza Jala.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, la longitud promedio de mazorca varió entre poblaciones de 17.1 cm (8 XT) a 20.8 cm (UAN-2011), en tanto que para las localidades, Jala fue el sitio con el promedio más bajo, con un promedio de 17.7 cm, e Ixtlán del Río fue la que tuvo las mayores expresiones, con 20.7 cm. Por otro lado, los mayores rendimientos por localidad y por población fueron de 157 g (10.9 t ha^{-1}) y 267 g (18.6 t ha^{-1}), los cuales se obtuvieron en Xalisco, Nayarit, y en la P5, respectivamente.

La población P5 fue la que presentó una mayor longitud de mazorca, con 22.9 cm, y un mayor rendimiento de mazorca, con 131 g, la cual representa una buena base genética para recuperar la longitud de mazorca y buen rendimiento de grano en la raza Jala mediante selección recurrente. Por otro lado, podría afirmarse que la longitud característica de la raza Jala se ha perdido en las poblaciones evaluadas, pues ninguna de ellas tuvo su promedio general mayor de

of 3.5 t ha^{-1} of grain (SIAP, 2015) under adverse conditions. However, in the other localities some of the populations outperformed the control hybrids (Table 5), indicating their genetic potential as populations to be exploited in local and national breeding programs of the Jala race.

As conservation strategies and genetic improvement of the Jala maize race, based on the evidence obtained in this work, it is proposed that collections be made exhaustively throughout the Valley of Jala where it is grown, including all producers. This will make it possible to concentrate all of the germplasm currently available to make assessments of more populations and environments in the Jala Valley to find the one most promising as typical Jala maize. In this work, it was found that the P5 population was the maximum grain yield in the locality of Xalisco, Nayarit, and also had the highest ear length. This population could be used as a genetic basis to recover ear length and good grain yield in the Jala race through the recurrent selection practiced in environments of the Jala Valley in Nayarit on individuals typical of the Jala race.

Conclusions

According to the results, mean ear length varied between populations of 17.1 cm (8 XT) to 20.8 cm (UAN-2011), while for localities, Jala was the site with the lowest average, with an average of 17.7 cm, and Ixtlán del Río was the one that had the greatest expressions, with 20.7 cm. On the other hand, the highest yields by location and population were 157 g (10.9 t ha^{-1}) and 267 g (18.6 t ha^{-1}), which were obtained in Xalisco, Nayarit, and P5, respectively.

The P5 population had the cob length, with 22.9 cm, and a cob yield, with 131 g, which represents a good genetic basis to recover cob and good grain yield in the Jala breed through recurrent selection. On the other hand, it could be stated that the characteristic length of the Jala breed has been lost in the evaluated populations, since none of them had a general average greater than 30 cm, but in contrast, populations and localities with high yield capacity of grain, which is useful for the genetic improvement of the population base of the Jala breed by selection, both for cob size and yield.



30 cm, pero en contraparte, se identificaron poblaciones y localidades con alta capacidad de rendimiento de grano, lo cual es de utilidad para el mejoramiento genético de la base poblacional de la raza Jala por selección, tanto para tamaño de mazorca como para rendimiento.

Literatura citada

- Aguilar, C. J. A.; Carballo, C. A.; Castillo, G. F.; Santacruz, V. A.; Mejía, C. J. A.; Crossa, H. J. y Baca, C. G. 2006. Diversidad fenotípica y variantes distintivas de la raza Jala de maíz. *Agric. Téc. Méx.* 32(1):57-66.
- Aguilar, C. J. A y Carballo, C. A. 2007. Recuperación conservación y aprovechamiento de la raza Jala de maíz: una alternativa para las razas en peligro de extinción. *Colegio de Postgraduados-Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos. Red maíz.* 3-27 pp.
- Brown, W. L. and Goodman. M. M. 1977. Races of corn. *In: Sprague, G. F. (Ed.). Corn and corn improvement. Number 18. Series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.* 49-88 pp.
- CIMMYT. 2007. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Orgullo y pragmatismo sostiene el maíz gigante de México. <http://www.cimmyt.org/es/que-hacemos/investigacion-sobre-maiz/item/pride-and-pragmatism-sustain-a-giant-mexican-maize>.
- Kempton, J. H. 1924. Jala maize: a giant variety from Mexico. *J. Heredity.* 15:337-344.
- LAMP. 1991. Proyecto Latinoamericano de Maíz. Catálogo de Germoplasma de Maíz. Tomo II. 678p.
- Listman, G. M. and Pineda, F. E. 1992. Mexican prize for the giant maize of Jala: source of community pride and genetic resources conservation. *Diversity.* 8(1):14-15.
- López, G. P. 2002. El Ceboruco maravillas y leyendas del volcán. *Amate.* 35-48 pp.
- Muñoz, O. A. 2003. Centli-maíz: prehistoria e historia, diversidad, potencial, origen genético y geográfico, glosario Centli-maíz. *Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.* 19-31 pp.
- Muñoz, O. A. 2005. Centli maíz. Ed. América. 2^{da} edición. México, D. F. 210 p.
- Muñoz, O. A. 2014. Siglo XXI: convergencia de factores favorables y adversos, mejoramiento del maíz y capitalización de la mega diversidad. *Acta Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C.* 1(1):378-392.
- Ortega, R. A.; Sánchez, G. F.; Castillo, G. y Hernández, J. M. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. *In: Ortega, P. R.; Palomino, H. G.; Castillo, G. F.; González, V. A. H. y Livera, M. M. (Eds.). Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, AC. Chapingo, Estado de México.* 161-185 pp.
- Rice, E. B.; Smith, M. E.; Mitchell, S. E. and Kresovich, S. 2006. Conservation and change: a comparison of in situ an ex situ conservation of Jala maize germplasm. *Crop Sci.* 46(1):428-436.
- Sánchez, G. J.; Goodman, M. M. and Stuber, C. W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54(1):43-59.
- SAS Institute. 2002. SAS versión 9.1.3 help and documentation. Cary, NC, SAS Institute Inc.
- SIAP. 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Cierre de la producción agrícola por cultivo. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/resumenproducto.do.
- Tibón, G. y Beltrán, A. 1979. Mensaje a los Nayaritas. Editorial Posada. México, D. F. 56 p.
- Valdivia, B. R.; Caro, V. F. de J.; Medina, T. R.; Ortiz, C. M.; Espinosa, C. A.; Vidal, M. V. A. y Ortega, C. A. 2010. Contribución genética del criollo Jala en variedades eloterías de maíz. *Fitotec. Mex.* 33(4):63-67.
- Wellhausen, E. J.; M. Roberts y E. Hernández X. and Mangelsdorf, P. C. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). México, D. F. Folleto técnico núm. 5. 327 p.