

## Conservación *in situ*, manejo y aprovechamiento de maíz Palomero Toluqueño con productores custodios\*

### *In situ* conservation, management and utilization of Toluqueño popcorn with custodian producers

Alfredo Josué Gámez Vázquez<sup>1</sup>, Micaela de la O Olán<sup>2</sup>, Amalio Santacruz Varela<sup>3,8</sup> e Higinio López Sánchez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5. Celaya, Guanajuato. C. P. 38110. (gamez.josue@inifap.gob.mx). <sup>2</sup>Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco, km 13.5. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56250. (micad@colpos.mx). <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5. Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Carretera Federal México-Puebla, km 125.5. Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla. C. P. 72720. (higiniols@colpos.mx). <sup>8</sup>Autor para correspondencia: asvarela@colpos.mx.

#### Resumen

Palomero Toluqueño es una raza de maíz en peligro de extinción en México debido a su bajo uso; en consecuencia, el objetivo del presente estudio fue elaborar una propuesta para su conservación *in situ*, y elaborar un plan de manejo agronómico y aprovechamiento integral de esta raza del maíz en el Estado de México. La conservación *in situ* la realizaron agricultores custodios en Laguna Seca y San Marcos Tlalzalpan, San Bartolo Morelos, Estado de México, mediante la siembra de una hectárea por productor durante 2009-2011 y 2012-2013 a través del agrosistema milpa. El material criollo se sigue sembrando y conservando por los agricultores, ya que se adapta a sus condiciones de ambiente y de trabajo. Como complemento al manejo agronómico, se inició la implementación de métodos de mejoramiento participativo para reforzar los procesos campesinos de conservación *in situ*, entre ellos la selección masal. Se realizó un aprovechamiento integral del cultivo: el grano para la elaboración de tortillas, tamales, sopes, tostadas y quesadillas para lo cual se mezcla con maíz harinoso Cacahuacintle. Una estrategia practicada por los agricultores de la comunidad es sembrar el maíz Palomero Toluqueño con la raza Elotes Cónicos (de grano color azul y rojo) para inducir cruzamientos entre ambos y así generar una masa adecuada para la elaboración de tortillas, el rastrojo para la

#### Abstract

“Palomero Toluqueño” maize is a breed endangered in Mexico due to its low use; therefore, the objective of this study was to develop a proposal for its conservation *in situ*, and develop a plan of agronomic management and comprehensive utilization of this breed of maize in the State of Mexico. *In situ* conservation was made by custodian producers held at Laguna Seca and Tlalzalpan San Marcos, San Bartolo Morelos, State of Mexico, by planting one hectare per farmer during 2009-2011 and 2012-2013 through the milpa agricultural system. The native material is still spreading and keeping by farmers as it suits their conditions and work environment. For complementing the agronomic management, implementation of participatory breeding methods we began to strengthen farmers' processes for *in situ* conservation, including mass selection. Grain for making “tortillas”, “tamales”, “sopes”, “tostadas” and “quesadillas” for which it is mixed with maize Cacahuacintle: full utilization of the crop was made. One strategy practiced by the farmers in the community is planting maize Palomero Toluqueño with Elotes Cónicos race (grain blue and red) to induce crossovers between them and generate a suitable mass for making tortillas, the stubble for food animal, plant parts for production of crafts. Palomero Toluqueño is in danger of extinction due to low productivity and undesirable traits that

\* Recibido: enero de 2014  
Aceptado: julio de 2014

alimentación animal, partes de las plantas para realización de artesanías. El Palomero Toluqueño se encuentra en peligro de extinción debido a la baja productividad y caracteres indeseables que manifiesta en la nixtamalización, pero pueden impulsarse otros usos como la elaboración de palomitas incrementando la capacidad de expansión por medio de mejoramiento genético participativo, aprovechando que es un cultivo adaptado a condiciones adversas.

**Palabras clave:** aprovechamiento integral, conservación *in situ*, Palomero Toluqueño.

## Introducción

Conservar los recursos fitogenéticos va mucho más allá de preservar las especies o ecotipos. El objetivo central debe ser conservar la suficiente variabilidad intraespecífica, para coadyuvar en el pool genético de cada población (Sackville-Hamilton y Chorlton, 1997). La conservación es el manejo, preservación y uso de recursos genéticos, existen dos métodos fundamentales de conservación 1) conservación *in situ*; lo cual, significa conservar en el lugar (en bosques, en fincas o en lugares valiosos por su flora y fauna silvestre o por su interés); y 2) conservación *ex situ*, denota conservar fuera del lugar de colecta; es lo que llevan a cabo los bancos de germoplasma (Brush, 1995).

En las regiones agrícolas tradicionales, las familias campesinas basan sus estrategias alimenticias en la utilización de un gran número de especies y de sus variedades (Tuxill y Nablan, 2001). El manejo de la diversidad genética depende en gran medida del destino de la producción, la cual en casi la totalidad se destina al autoconsumo (Herrera *et al.*, 2004). La enorme riqueza de variedades de maíces que se cultivan en México (blancos, amarillos, azules o rojos), constituye un tesoro invaluable que debe aprovecharse en beneficio de comunidades rurales, que las siguen sembrando; lejos de vender volumen o productividad, se podrían revalorar estos productos como únicos en el mundo (Kato *et al.*, 2009).

Debido a la abundancia de variedades, México se circunscribe en el mundo como un ente plurisocial y cultural, en donde las diversas manifestaciones religiosas y sociales del maíz se encuentran presentes en su cosmovisión. Cabe destacar, que a pesar de que el cultivo del maíz es parte de nuestra cultura, en ciertas regiones los maíces criollos se cultivan en menor proporción, por diversos problemas. La

manifestar en la nixtamalización, pero puede impulsar otros usos como hacer maíz para incrementar la expandibilidad a través de cruce participativo, aprovechando de un cultivo adaptado a condiciones adversas.

**Keywords:** comprehensive utilization, conservation *in situ*, Palomero Toluqueño.

## Introduction

Conserving plant genetic resources goes far beyond preserving species or ecotypes. The goal must be to preserve Central sufficient intraspecific variability, to assist in the gene pool of each population (Sackville-Hamilton and Chorlton, 1997). Conservation is the management, preservation and use of genetic resources, there are two basic methods of preservation 1) *in situ* conservation; which means maintained on site (in forests, farms and places for their valuable wildlife or interest); and 2) *ex situ* conservation, denotes keep offsite collection; is the holding in genebanks (Brush, 1995).

In traditional agricultural regions, peasant families base their feeding strategies in the use of a large number of species and their varieties (Tuxill and Nablan, 2001). The management of genetic diversity depends largely on the fate of the production, which in almost all is self-consumed (Herrera *et al.*, 2004). The enormous quantity of varieties of maize grown in Mexico (white, yellow, blue or red), is an invaluable asset to be exploited for the benefit of rural communities that continue to sow; far from selling volume or productivity could reassess these products as unique in the world (Kato *et al.*, 2009).

Due to the abundance of varieties, Mexico belongs in the world as a pluri-social and cultural entity, where different religious and social manifestations of maize are present in their worldview. Remarkably, despite the fact that maize cultivation is part of our culture, in certain regions landraces are grown to a lesser extent, because of several troubles. The conservation of maize in Mexico has been threatened by the replacement of native varieties by improved varieties, in some regions have disappeared such as Celaya races in the Bajío and Los Llanos de Jalisco. Furthermore, it has also contributed to the loss and conservation of native maize: from the expansion and intensification of shifting cultivation, contamination with genetically modified seeds

conservación de las especies de maíz en México se ha visto amenazada por la sustitución de variedades nativas por otras mejoradas, en algunas regiones han desaparecido razas como la Celaya en el Bajío y Los Llanos de Jalisco. Asimismo, también se ha contribuido en la pérdida y conservación del maíz nativo: a partir de la expansión e intensificación de cambios en los cultivos, por la contaminación con semillas genéticamente modificadas (OGM) por sus siglas en inglés; recientemente, así como por causas socioeconómicas como la migración de poblaciones campesinas y falta de apoyos a la producción (Betanzos, 2004).

En México, el maíz mantiene una gran diversidad genética, y ha tenido un importante papel en el desarrollo de las razas modernas y altamente productivas en Mesoamérica (Muñoz, 2005). Por la importancia que se merece para la sociedad la conservación de las variedades de maíz debe ser considerada como parte de la soberanía y seguridad alimentaria, ya que, de ello depende la subsistencia de millones de mexicanos. La solución al problema de la conservación del maíz, debe realizarse de manera controlada, para evitar la pérdida o poner en riesgo la identidad nacional de materiales genéticos correspondientes a diversos ecosistemas del ámbito. Para ello, es necesario realizar estrategias y poner en práctica estudios regionales, que destaquen los usos y costumbres del maíz. Recuperar los conocimientos de las comunidades sobre el manejo de este cultivo y sus características; así como conservarlos dentro de su área de producción (Navarro-Garza *et al.*, 2012).

El maíz no es sólo un bien comercial sino que constituye una expresión de relaciones que han permitido a las comunidades y los pueblos rurales de México la subsistencia. Durante más de 300 generaciones, las comunidades rurales e indígenas mexicanas han sido los guardianes de los nichos ecológicos brindando múltiples razas de éste cereal (Kato *et al.*, 2009).

Las razas indígenas antiguas son aquellas que se cree se originaron en México. El Palomero Toluqueño es una raza de maíz de plantas precoces, con granos en forma de arroz; su nombre es empleado en forma común en la Mesa Central para llamar a los maíces reventadores con los que se hacen las “palomitas” (Romero *et al.*, 2006). Debido a que ésta raza de maíz se cultiva en gran medida en el Valle de Toluca, se le dio el nombre de Palomero Toluqueño, pero existen subrazas como el Palomero Poblano y el Palomero Jalisco (Wellhausen *et al.*, 1951), dicha raza Palomero es poco usada en México para elaborar palomitas, y debido al bajo uso del genotipo se encuentra en peligro de extinción.

(GMOs); recently, as well as socio-economic factors such as migration of rural populations and lack of support for production (Betanzos, 2004).

In Mexico, maize maintains a large genetic diversity, and has played an important role in the development of modern and highly productive breeds in Mesoamerica (Muñoz, 2005). Because of the importance to society deserve, the conservation of maize varieties should be considered as part of the sovereignty and food security, since it depends on the livelihoods of millions of Mexicans. The solution to the problem of conservation of maize must be done in a controlled manner to prevent loss or compromise national identity and breeding materials to various field ecosystems at risk. For this reason, it is necessary to implement strategies and regional studies, highlighting the customs of maize. Recovering community knowledge about the management of this crop and its characteristics as well; and keeping within their area of production (Navarro-Garza *et al.*, 2012).

Maize is not only a commodity, but also an expression of relationships that have allowed communities and rural villages of Mexico to survive. For more than 300 generations, rural and indigenous communities in Mexico have been the guardians of ecological niches, providing multiple races of this cereal (Kato *et al.*, 2009).

The ancient indigenous breeds are those that are believed to be originated in Mexico. The Palomero Toluqueño is a breed of maize of early levels, in the form of rice grains; this name is used in common form in the Central Plateau to call “blowing maize” with the “popcorn” that are made (Romero *et al.*, 2006). Because this breed of maize is grown largely in the Toluca Valley, was given the name Toluqueño, but there are sub-races as the Poblano and Jalisco (Wellhausen *et al.*, 1951), this breed is little used in Mexico for making popcorn, and due to the low use of genotype is endangered.

Maize farmers of the State of Mexico that cultivate Toluqueño consider them of low productivity, with undesirable agronomic traits. Even though, such materials should follow be planted still, and maintained by farmers, as they adapt to their environmental conditions, work and their excellent characteristics in human food (Esteva, 2003).

Traditional farmers practice *in situ* conservation of maize genetic diversity by planting native variants, which suggest that, in order to improve their practice it is necessary to understand the diversity of maize in the conditions of

Los productores de maíz del Estado de México que cultivan el Palomero Toluqueño, consideran que sus maíces criollos son de baja productividad, y características agronómicas indeseables. No obstante, tales materiales criollos deben seguir sembrándose, y conservarse por los agricultores, ya que se adaptan a sus condiciones de ambiente, trabajo y por sus excelentes características en la alimentación humana (Esteva, 2003).

Los agricultores tradicionales, practican la conservación *in situ* de la diversidad genética de maíz mediante la siembra de variantes criollas, por lo cual proponen que para mejorar dicha práctica, es necesario conocer la diversidad del maíz en las condiciones de la agricultura tradicional, y realizar un diagnóstico del material a conservar (Herrera *et al.*, 2004). Es por ello que el objetivo del presente estudio fue conservar de manera *in situ*, elaborar un programa de manejo agronómico; así como, un aprovechamiento integral de la raza criolla de maíz Palomero Toluqueño con cuatro productores custodios en San Bartolo Morelos, Estado de México.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

La presente investigación se realizó en dos localidades del municipio de San Bartolo Morelos, Estado de México. Estas localidades fueron Laguna Seca y San Marcos Tlalzapán, que se localizan en la parte noroeste del Estado de México (Figura 1), entre los 19° 36' 11" y los 19° 51' 22" de latitud norte y entre los 99° 31' 11" y los 99° 45' 11" de longitud oeste, a una altura de 2 715 msnm, aproximadamente (Gobierno del Estado de México, 2005). El clima es templado, subhúmedo con lluvias en verano, pero en invierno es semifrío. La temperatura media anual es de 15 °C, con una máxima de 37 °C y una mínima de 3 °C. La pluviosidad anual promedio es de 970 mm. Los vientos dominantes son del norte (García, 1988).

### Técnicas de investigación

El estudio se basó con la información que se obtuvo en colectas realizadas en 2008 en el estado de México, ya que se identificó la raza Palomero Toluqueño con campesinos de la Región. A partir de la identificación de la zona, se procedió a seleccionar a productores mediante el muestreo dirigido, que consiste en la selección informal de sujetos típicos (poseen la raza bajo estudio). Se realizó la aplicación de entrevistas

tradicional agriculture, and perform diagnosis of conserve material (Herrera *et al.* 2004). That is why the objective of this study was to preserve *in situ*, to develop a program of agricultural management; and a comprehensive use of landrace maize producers of Palomero Toluqueño with four custodian producers in San Bartolo Morelos, State of Mexico.

## Materials and methods

### Study area

This research was conducted in two localities of the municipality of San Bartolo Morelos, State of Mexico. These locations were Laguna Seca and San Marcos Tlalzapán, which are located in the northwestern part of the State of Mexico (Figure 1), between 19° 36' 11" and 19° 51' 22" north latitude and between 99° 31' 11" and 99° 45' 11" west longitude, at an elevation of 2 715 meters, (Government of the State of Mexico, 2005). The climate is temperate humid with rains in summer, but in winter is temperate. The average annual temperature is 15 °C, with a maximum of 37 °C and minimum 3 °C. The average annual rainfall is 970 mm. The prevailing winds are from the north (García, 1988).



**Figura 1. Ubicación geográfica de San Marcos Tlalzapán y Laguna Seca, San Bartolo Morelos, Estado de México.**

**Figure 1. Geographic location of San Marcos Tlalzapán and Laguna seca, San Bartolo Morelos, State of Mexico.**

### Research techniques

The study was based on the information obtained in collections made in 2008 in the State of Mexico, as the Toluqueño race with farmers in the region were identified.

que permitió obtener información de los siguientes aspectos: variantes de maíz cultivadas, cultivos asociados, proceso de producción del cultivo, manejo de la diversidad, así como usos del cultivo. Posteriormente después de haber analizado las entrevistas se realizó un manejo agronómico adecuado mejorando aspectos en el proceso del cultivo con el sistema de producción tradicional, así como un planteamiento de aprovechamiento integral del cultivo de maíz para continuar la conservación *in situ* evitando la pérdida del mismo.

## Resultados y discusión

### Conservación y diversidad de los maíces criollos

La conservación *in situ* del maíz Palomero Toluqueño se realizó con cuatro custodios de San Marcos Tlaxalpan y Laguna Seca, San Bartolo Morelos, que se localiza en la parte noroeste del Edo. de México, mediante la siembra de una hectárea de maíz Palomero Toluqueño (seleccionando las mazorcas más puras) durante los años 2009-2011, y a una hectárea a través del agroecosistema milpa (asociación maíz-haba) en 2012 y 2013 respectivamente.

El material criollo se sigue sembrando, y conservando por los agricultores, ya que se adaptan a sus condiciones de ambiente y trabajo. Como parte complementaria, para adicionar valor a la raza, se inició la implementación de métodos de mejoramiento participativo para reforzar los procesos campesinos de conservación *in situ*, entre ellos la selección masal.

Se puede apreciar en las entrevistas realizadas en las dos localidades que una intervención con variedades comerciales puede propiciar cambios en las poblaciones de maíz tradicionales, por lo que se hace necesario, el desarrollo de estrategias de conservación *in situ* del acervo genético del cultivo, que propicie que la raza no se erosione.

La conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos (en éste caso del maíz palomero) forman parte fundamental de una estrategia destinada a mantener y mejorar la calidad de vida de los productores. Desde el punto de vista del desarrollo de la agricultura, la conservación *in situ* es un pilar fundamental en que se basa cualquier propuesta de desarrollo sostenible, cobrando aún mayor relevancia ante la perspectiva del Cambio Climático Global, en que se requerirán nuevas adaptaciones de las plantas (Parry, 1992; Prance, 1997), ya

From the identification of the area, we proceeded to select producers led by sampling, which consists of the informal selection of typical subjects (own the race under study). We applied surveys for obtaining information about the following aspects: variants of cultivated maize, intercropping, crop production process, managing diversity and uses of the crop: after analysing the interviews, we made an appropriate agronomic management, improving aspects in the process of production with the traditional production system, as well as an full approach of the utilization of maize crop to continue the *in situ* conservation avoiding loss.

## Results and discussion

### Conservation and diversity of landraces

*In situ* conservation of maize Palomero Toluqueño was performed with four custodians of San Marcos Tlaxalpan and Laguna Seca, San Bartolo Morelos, located in the northwestern part of the State of Mexico, by planting one hectare of maize Toluqueño (selecting the purer ears) during the years 2009-2011, and over one hectare of milpa (maize-bean association) in 2012 and 2013, respectively.

The native material is still spreading, and keeping by farmers, as they adapt to their environment and working conditions. As a complement to add value to the race, the implementation of participatory breeding methods began to strengthen the farmers' processes for *in situ* conservation, including mass selection.

We can see in the interviews conducted in the two locations that, an intervention with commercial varieties can bring about changes in the populations of traditional maize, so it is necessary to develop strategies for *in situ* conservation of the gene pool of the crop, conducive that race is not eroded.

*In situ* conservation of plant genetic resources (in this case of popcorn) are an essential part of a strategy for maintaining and improving the quality of life for the farmers. From the point of view of the development of agriculture, *in situ* conservation is a mainstay in any proposal for sustainable development that is based, still gaining in importance at the prospect of global climate change, in which new adaptations of plants are require (Parry, 1992; Prance, 1997), since popcorn is a genotype adapted to adverse conditions (drought and frost) that could be of important source of genes for breeding.

que el maíz palomero es un genotipo adaptado a condiciones adversas (sequías y heladas) que podría ser fuente importante de genes para mejoramiento genético.

La preocupación e implementación de programas o proyectos de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos en el mundo es relativamente reciente, básicamente a partir de los años 90; acompañando los cambios de paradigmas impulsados desde los ámbitos dedicados a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. Todos los resultados obtenidos en la presente investigación tiene un sustento en el informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo (FAO, 1998), donde se señala la necesidad de establecer: medidas específicas de conservación para las plantas silvestres afines de las cultivadas y productoras de alimentos en sus ambientes naturales; así como la conservación de variedades locales en fincas y huertos domésticos.

Dentro de la diversidad de materiales ubicados en la zona fueron los maíces de las razas palomeros, cacahuacintles y elotes cónicos (azules y rojos) pero debido a la baja precipitación de la zona las dos últimas razas presentan mazorcas y granos con dimensiones más pequeñas a los maíces cultivados en otras regiones bajo mejores condiciones ambientales. El maíz representa una matriz con la cual se combina una gran diversidad de variedades de otras especies, generándose una gran gama de combinaciones (lo que sería un complejo racial o cruza de diferentes razas), como sucede en la región de San Marcos Tlaxalpan con el palomero Toluqueño y elotes cónicos (Figura 2), lo que viene generando las variantes: elotes cónicos x palomero Toluqueño y cacahuacintle por elotes cónicos.

Otro aspecto importante localizado fue el papel de la mujer en la selección y conservación de las variedades locales y de los huertos ya que ha sido y es relevante en las comunidades indígenas y campesinas de la región -toda vez que las localidades bajo estudio pertenecen al grupo étnico Otomí-, convirtiéndose también en un elemento importante a tomar en cuenta en cualquier proyecto de esta naturaleza. Las principales justificaciones para la creación de unidades de conservación *in situ* son conservar la diversidad alimentaria, la optimización del uso de los recursos, la generación y mantenimiento del trabajo rural y para evitar la migración hacia las ciudades.

La conservación del maíz palomero en los terrenos de los agricultores es un tema polémico, dado que no se le puede exigir al agricultor que se haga responsable de ello para

Concern and implementation of programs or projects *in situ* of plant genetic resources conservation in the world is relatively recent, mainly from the 90s; by pacing paradigm shifts driven from the areas dedicated to the conservation and sustainable use of biological diversity. All the results obtained in this investigation have a basis in the report on the state of plant genetic resources in the world (FAO, 1998), where it's shown the need for establishing: specific measures to conserve the wild relatives of cultivated and food producers in their natural environments; and the conservation of local varieties on farms and home gardens.

Within the diversity of the materials located in the area, the maize of the races Palomero, Cacahuacintles and elotes Cónicos (blue and red) but, due to the low rainfall in the area the last two races have ears and grains with smaller dimensions to the maize grown in other regions under better environmental conditions. Maize represents a matrix which combines a wide range of varieties of other species, generating a wide range of combinations (which would be a racial complex of different breeds or crosses), as in the region of San Marcos with Tlaxalpan Toluqueño maize and elotes cónicos (Figure 2), which has been generating variants: elotes cónicos x Toluqueño and Cacahuacintle x elotes Cónicos.



**Figura 2. Complejo racial: variantes en palomero toluqueño, encontrados en la comunidad de San Marcos Tlaxalpan y Laguna Seca, Morelos, Estado de México.**

**Figure 2. Racial complex: Toluqueño variants, found in the community of San Marcos Tlaxalpan and Laguna Seca, Morelos, State of Mexico.**

Another important aspect was the role of women in the selection and preservation of local varieties and orchards as it has been and is relevant to indigenous and peasant communities in the region, once-all localities under study belong to the group ethnic Otomí- also becoming an important factor to take into account in any project of this nature element. The main justifications for the creation of *in situ* conservation units are to preserve food

beneficio de la humanidad sin obtener compensaciones económicas para sí. Esta situación ha llevado a plantear la necesidad de que estos agricultores sean subsidiados u obtengan algún otro tipo de beneficios por prestar ese servicio a la comunidad, es por ello que se les otorga ayuda con fertilizantes, asesoría técnica y los implementos para las labores del cultivo.

### Manejo agronómico de la raza Palomero Toluqueño

En el manejo agronómico se estableció una carta compromiso con el productor donde se establecieron las actividades a realizar y el apoyo que recibieron (costos de producción por hectárea) y los compromisos adquiridos: 1) sembrar la raza criolla; 2) entregar cierta cantidad de maíz y haba para conservar en los Bancos de Germoplasma (conservación *ex situ*); y 3) resguardo de la semilla. Se realizó la asesoría técnica al productor en relación a los sistemas de producción del Estado de México, incluyendo algunos aspectos que se relacionen con el proceso de producción como: preparación del terreno, fertilización, siembra, deshierbes, labores del cultivo, control de plagas y enfermedades, cosecha, etc. Dentro de las actividades para un manejo agronómico adecuado se incluyeron las siguientes actividades:

**Selección de semilla:** el primer paso con los productores para empezar con el proceso de producción fue seleccionar la semilla para la siembra que estuviera sana, no granos chupados, etc., para ello se realizó un pequeño taller con los productores para realizar la selección de las mejores mazorcas (Figura 3).

**Siembra:** se realizaron las labores de preparación de terreno de modo tradicional: con barbecho, dobla y viga todas con yunta (Figura 4). Posteriormente se realizó una resiembra por la baja precipitación presentada en la zona, ya que solo hay agua de la neblina obtenida por las mañanas.

**Labores culturales:** en el momento de la siembra se realizó una fertilización con Urea, así como abonos orgánicos (estiércol fresco de bovinos y borrego), posteriormente a los 5 cm de tamaño de las plantas se realizó una segunda fertilización. Se llevaron a cabo dos escardas, con dos fechas de labor: la primera al mes y la segunda 45 días, después de la resiembra en campo. Cuando la planta alcanzó alrededor de 20 a 30 cm de longitud se aplicaron 10 g por m<sup>2</sup> de urea. El control de malezas se realizó de manera química.

diversity, optimizing the use of resources, the generation and maintenance of rural labour and preventing migration to cities.

The conservation of popcorn maize in farmers' fields is a controversial issue, since we cannot require the farmer to be responsible for it for the benefit of humanity without obtaining financial compensation for himself. This situation has raised the need for these farmers are subsidized or obtain any other benefits for that service to the community, which is why we are given help with fertilizers, technical assistance and implements for farming activities.

### Agronomic management of the Palomero Toluqueño race

Regarding the agronomic management, a commitment-letter was established with the producer, underlining the activities performed and the support received (production costs per hectare) as well as the commitments acquired: 1) landrace sowing; 2) deliver a certain quantity of maize and beans to keep in genebanks (*ex situ*); and 3) receipt of the seed. Technical advice to producers was conducted in relation to the production systems of the State of Mexico, including some aspects that relate to the production process such as land preparation, fertilization, planting, weeding, cultivation work, pest control and diseases, harvesting, etc. Among the activities for proper agronomic management included the following activities:

**Seed selection:** the first step with the producers to start the production process was selecting for planting the seed that was healthy, no grains sucked, etc., to do so, we established a small workshop with the producers for selecting the best ears (Figure 3).



**Figura 3. Selección de semilla para el ciclo primavera- verano, 2012.**

**Figure 3. Selection of seed for the spring-summer cycle, 2012.**

**Cosecha:** la cosecha del cultivo de maíz palomero toluqueño se realiza cuando el cultivo se encuentra completamente seco, dejando las mejores mazorcas y semilla sanas para el siguiente ciclo de siembra.

### Aprovechamiento y costumbres de las comunidades

Una de las formas de evitar que el Palomero Toluqueño se erosione en las comunidades bajo estudio fue proporcionando alternativas a los custodios de un manejo integral del cultivo (aprovechar la planta completa en diversos usos).

El Otomí es el grupo étnico predominante que habita en la comunidad de San Marcos Tlazálpan y Laguna Seca, San Bartolo Morelos, Estado de México, razón por la cual ha permitido que los eventos ceremoniales y culturales con el maíz sigan siendo parte fundamental de la localidad. La principal actividad de la zona es la elaboración de piñatas, producción de animales de traspatio, así como por tradición cultural es la siembra de maíz.

Dentro del aprovechamiento integral que actualmente se está realizando en el Palomero Toluqueño se encuentra:

**Grano y semilla:** el principal uso del grano de maíz criollo en la localidad es la elaboración de tortillas, para lo cual se tiene que revolver con un maíz harinoso en éste caso el de la raza Cacahuacintle (Figura 5) ya que el Palomero Toluqueño es de endospermo cristalino demasiado duro lo que provoca que las tortillas se pongan tías demasiado rápido, así como quebradizas. De igual manera, para la elaboración de tamales tienen que revolver las dos razas de maíz antes mencionadas.

**Sowing:** the work of site preparation were performed in the traditional way: with fallow beam bends and all with yoke (Figure 4). Subsequently replanting presented by low rainfall in the area was conducted, since there is only mist-water.



**Figura 4. Preparación del terreno de manera tradicional en San Marcos Tlazalpan, primavera- verano, 2012.**

**Figure 4. Preparing the ground traditionally in San Marcos Tlazalpan, Spring-Summer, 2012.**

**Cultural work:** at the time of planting, Urea fertilization was made, as well as organic manure (fresh manure of cattle and sheep), then at 5 cm in size plant a second fertilization was performed. The first month and the second 45 days after overseeding field: two weedings were conducted, with two dates work. When the plant reached about 20 to 30 cm in length 10 g urea per m<sup>2</sup> was applied. Weed control was performed chemically.

**Harvest:** Harvest is done when the crop is completely dry, leaving the best ears and healthy seed for the next planting season.



**Figura 5. Muestra del uso de dos razas de maíz para poder elaborar tortillas de buena calidad en San Marcos Tlazalpan y Laguna Seca, San Bartolo Morelos, Estado de México.**

**Figure 5. Sample of use of two races of maize to produce good quality tortillas in San Marcos Tlazalpan and Laguna Seca, San Bartolo Morelos, State of Mexico.**

Una estrategia que realizan los agricultores de la comunidad para obtener un maíz adecuado para elaborar tortillas y de esa manera evitar que las mujeres revuelvan dos tipos de maíz en el proceso de nixtamalización, es sembrar el maíz de la raza Palomero Toluqueño con Elotes Cónicos (azul y rojo) y de esa manera obtienen los cruzamientos generando una masa adecuada para la elaboración de tortillas (Castillo, 1993), donde se obtienen mazorcas de color azul o rojo pero con las características morfológicas del Palomero Toluqueño.

Un importante uso del maíz usando las dos estrategias mencionadas anteriormente es la elaboración de tamales, sopes, quesadillas y tostadas, pero es para venta en las orillas de las carreteras.

Una de las actividades que las mujeres de las localidades realizan es la venta de semilla pero no para siembra, es grano para elaborar antojitos o para alimentación de los animales, ya que es grano revuelto de todos los tipos, donde el maíz azul cruzado con Palomero Toluqueño es el más preferido por los consumidores. Otra forma de uso de la semilla de maíz Palomero en términos agrícolas es en lo que se llama "resiembra", la cual consiste en el momento que se pierde la semilla plantada por causas ambientales o plagas, lo mismo para cubrir huecos donde por alguna razón las plantas de la siembra original no nacieron. En este sentido por ser una raíz muy antigua, el Palomero Toluqueño es reconocido por sus características de resistencia a los rigurosos fríos, sequías, plagas y enfermedades, además de ser precoz en su maduración, todo lo cual lo hace un candidato natural para las resiembras (Romero *et al.*, 2006). En el caso del maíz rojo que resulta del cruzamiento con el Palomero Toluqueño, el grano de ese maíz lo emplean algunas señoras de la comunidad para elaborar "pinole" que resulta de poner a tostar el grano y luego molerlo.

Una de las estrategias de aprovechamiento en las localidades que en el 2013 se están implementando y que se ha propuesto la venta de semilla (Carballo, 1992) para siembra, así como el uso en mejoramiento genético por medio de la realización de talleres para selección de los materiales sanos para ese propósito, ya que la raza Palomero Toluqueño es un maíz que ha persistido por germinar en campo con baja humedad o con la propia humedad del ambiente (resistencia a sequía), así como la resistencia de los materiales a las bajas temperaturas (resistente a heladas).

El maíz Palomero Toluqueño, como su nombre lo indica, es para hacer palomitas pero la realidad en México es que no cumple esa función, por lo que podría ser una buena

## Development and customs of the communities

One way to avoid the Palomero Toluqueño erode in the communities under study was providing alternatives to the custodian producers of an integrated crop management (take the whole plant in different applications).

The Otomi are the predominant ethnic group living in the community of San Marcos Tlalzapán and Laguna Seca, San Bartolo Morelos, State of Mexico, allowing ceremonial and cultural events with maize remain a fundamental part of the town. The main activity of the area is making piñatas, backyard animal production, as well as the cultural tradition to plant maize.

Within the comprehensive utilization currently being conducted in the Palomero Toluqueño is:

Grain and seed: the main use of native maize grain in the village is the production of tortillas, for which we have to mix with a flour maize in this case the race Cacahuacintle (Figure 5) because the Palomero Toluqueño is of crystalline endosperm, too hard causing stiff tortillas too fast and brittle. Similarly, for making tamales we have to mix it with two aforementioned maize races.

A strategy undertaken by farmers in the community for obtaining an adequate maize for tortillas and thus, prevent women mixing two types of maize in the nixtamalization process is to sow maize Palomero Toluqueño with Elotes Cónicos (blue and red) and thus, obtaining the crosses generating adequate mass for making tortillas (Castillo, 1993), obtaining ears of blue or red but with the morphological characteristics of Palomero Toluqueño.

A major use of maize using the two strategies mentioned above is making tamales, sopes, quesadillas and tostadas, but it is for sale at roadside.

One of the activities that the women of the villages do is sell seed but seed grain to prepare snacks or for animal feed because it is mixed grain of all kinds, where the crossed Blue Maize with Palomero Toluqueño is the most preferred by the consumers. Another way to use maize seed of Palomero Toluqueño in agricultural terms is what is called "reseeding" which is the time that the seed planted is lost because of pests or environmental causes, as well as for covering holes where, for some reason, the plants were not born from the original planting. In this sense to be a very ancient root, the Palomero

fuente de germoplasma para realizar mejoramiento genético (Hallauer y Miranda, 1988), y obtener alguna variedad adecuada de buen rendimiento palomero, donde dicha actividad podría implementarse por medio de mejoramiento participativo.

Partes de la planta: el cultivo del maíz aumenta día tras día, por lo que quedan grandes cantidades de residuos después de aprovechado el grano (Brush, 1986). El maíz también se usa para alimentar a los animales domésticos. En ambas localidades existen aves de corral (pollos y guajolotes), caballos, mulas, borregos, cerdos y vacas, así como animales para la yunta. El tallo de la planta en verde es muy dulce por lo que es muy preferido para los animales en pastoreo, ésta práctica es muy poco usada pero todavía existen ciertos casos en la comunidad principalmente en épocas de escaso forraje seco.

El tallo, las hojas y otras partes secas de la planta se muelen para la alimentación animal, ya que todo el rastrojo que queda se usa para dar el forraje a los animales de la yunta, así como la alimentación de borregos, y en la alimentación de aves de traspatio.

El rastrojo, formado por los troncos de los tallos y las raíces se puede usar como abono en el mismo terreno de la milpa, de esa manera se favorece las características estructurales del suelo como una fuente de abono orgánico.

Dentro de los aprovechamientos de las partes de la planta que se están implementando es el uso del totomoxtle o brácteas de las mazorcas para envolver tamales que pueden dejar muy buenos ingresos económicos, siempre y cuando los productores de la zona aprendan la práctica de cómo obtenerlas sin que se rompan.

El uso fundamental de la mazorca del maíz es el olote. Los olotes secos se acomodan en forma de círculo regular cortándolos a la misma medida, donde se amarran con un alambre o hilo grueso para evitar que se salgan, cierto implemento es llamado "olotera", usada primordialmente para quitar los granos del maíz, se agarra la mazorca de maíz con la mano y se talla con fuerza sobre la superficie de la olotera y con varias pasadas el olote queda sin granos. También los olotes se muelen en ocasiones para usarse como alimento para los animales. El olote es parte fundamental en el uso como combustible, ya que es la materia prima para encender los fogones o hacer su lumbre en la elaboración de todos los alimentos para el consumo humano.

Toluqueño is renowned for its resistance to the rigorous cold, drought, pests and diseases, besides being early in its maturation, all of which makes it a natural candidate for reseeded (Romero *et al.*, 2006). In the case of red maize resulting from crossing with the Palomero Toluqueño, grain maize that employ some women of the community to develop "pinole" which is put to roast and then grind grain.

One of the strategies they use in locations in 2013 are being implemented and has proposed the sale of seed (Carballo, 1992) for planting and use in genetic improvement through workshops for selection healthy materials for that purpose, as the Palomero Toluqueño race is a maize that has persisted for germinating in low humidity or in the humidity of the environment itself (drought resistance) and the resistance of materials at low temperatures (frost resistant).

The Palomero Toluqueño maize, as its name suggests, is to make popcorn; however, in Mexico the reality is that it does not fulfil this function, so it might be a good source of germplasm for breeding (Hallauer and Miranda, 1988), and get some appropriate range of good yield where such activity could be implemented through participatory breeding.

Parts of the plant: maize cultivation is increasing day by day, so large amounts of waste are after used the grain (Brush, 1986). Maize is also used to feed domestic animals. In both locations there are poultry (chickens and turkeys), horses, mules, sheep, pigs and cows and animals for the yoke. The green stem of the plant is very sweet, so it is highly preferred for grazing animals, this practice is very rarely used but there are still some cases in the community especially in times of scarce dry forage.

The stem, leaves and other dried plant parts are ground for animal feed, since all the remaining stubble are used to give fodder to animals in the yoke and feeding sheep, and feeding backyard birds.

The stubble, formed by the trunks of the stems and roots can be used as fertilizer in the grounds of the fields, thus the structural characteristics of the soil as a source of organic fertilizer is favoured.

Among the uses of the parts of the plant that is being implemented is the use of maize husk or husks of ears for wrapping tamales that can make very good income as long as the producers in the area learn the practice of how to obtain them without breakage.

## Conclusiones

La solución al problema del maíz Palomero Toluqueño debe llevarse a cabo de manera controlada a través de la conservación *in situ*, para evitar la pérdida o poner en riesgo la identidad nacional de materiales genéticos correspondientes a diversos ecosistemas del ámbito.

El Palomero Toluqueño se encuentra en peligro de extinción debido a la baja productividad y caracteres indeseables que manifiesta en la nixtamalización, pero pueden impulsarse otros usos como la elaboración de palomitas incrementando la capacidad de expansión por medio de mejoramiento genético participativo, aprovechando que es un cultivo adaptado a condiciones adversas, así como realizar un manejo agronómico adecuado del mismo.

La diversidad genética de materiales, y el aprovechamiento integral de los cultivos, son alternativas al escape algunos desastres naturales provocados por los cambios climáticos a nivel mundial, también evitar la pérdida del germoplasma disponible ya que es un patrimonio nacional.

## Literatura citada

- Betanzos, M. E. 2004. Contribuciones de la genotecnia en el cultivo de maíz en México. *In: Preciado, R. E. O. y Ríos, R. S. A. (Eds.) In: memoria del simposium aportaciones de la genotecnia a la agricultura. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C., Chapingo, Texcoco, Estado de México. 87-102 pp.*
- Brush, S.; Stephen, B. 1995. *In situ* conservation of landraces in centers of crop diversity. *Crop. Sci.* 35(2):346-354.
- Carballo, C. A. 1992. La calidad genética y su importancia en la producción de semillas. *In: Situación actual de la producción, investigación y comercio de semillas en México. Mendoza, O. L. E.; Favela, Ch. P.; Cano R. y Esparza, M. J. H. (Eds.). Memoria del Tercer Simposio Mexicano sobre Semillas Agrícolas. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, Estado de México. 80-101 pp.*
- Castillo, G. F. 1993. La variabilidad genética y el mejoramiento de los cultivos. *Ciencia.* 44:69-79.
- Esteva, G. 2003. Los árboles de las culturas mexicanas. *In: Esteva, G. y Marielle, C. (Eds.). Sin maíz no hay país. CONACULTA. Museo Nacional de las Culturas Populares. México. 17-28 pp.*
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Offset Larios S. A. México, D. F. 217 p.
- Gobierno del Estado de México. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México. Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal. [local.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico/municipios](http://local.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico/municipios).

The fundamental use of the ear of maize is the cob. The dried maize cobs are accommodated in a regular circle cutting them to the same extent, which are tied with a wire or heavy thread to prevent them falling apart, this is called "olotera", used primarily to remove the kernels of maize, hold maize cob by hand and hard carved on the surface of the olotera several passes and runs out the cob grains. Also, sometimes the cobs are grounded for use as animal feed. The cob is fundamental in the use as fuel, as it is the raw material to turn on the stove or make fire in the preparation of all foods for human consumption.

## Conclusions

The solution to the problem of Palomero Toluqueño maize should be carried out in a controlled manner through *in situ* conservation, to prevent loss or compromise national identity and breeding materials to various field ecosystems at risk.

The Palomero Toluqueño is in danger of extinction, due to low productivity and undesirable traits that manifest in the nixtamalization, but can thrust other uses such as making popcorn, increasing the expandability through participatory breeding, taking advantage of a growing adapted to adverse conditions and make appropriate agronomic management.

Genetic diversity of materials and comprehensive utilization of crop are some alternatives to escape natural disasters caused by climate change worldwide, also preventing the loss of germplasm available since it is a national heritage.

*End of the English version*



- Hallauer, A. R.; Miranda, F. B. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. 2<sup>nd</sup> (Ed.). Iowa State Univ. Ames, Iowa, USA. 468 p.
- Herrera, E.; Castillo, F.; Sánchez, J. J.; Hernández, C. J. M.; Ortega, P. R. y Mayor, G. 2004. Diversidad del maíz chalqueño. *Agrociencia.* 38(2):191-206.
- Kato, Y. T. A.; Mapes, S. C.; Meea, L. M.; Serratos, J. A.; Bye, R. A. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 116 p.
- Navarro-Garza, H.; Hernández-Flores, M.; Castillo-González, F.; Pérez-Olvera, M. A. 2012. Diversidad y caracterización de maíces criollos. Estudio de caso en sistemas de cultivos en la Costa Chica de Guerrero, México. *Agric. Soc. Des.* 9(2):149-165.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1998. Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo. Roma, Italia. 231 p.
- Parry, M. 1992. The potential effect of climate change on agriculture and land use. *Adv. Ecol. Res.* 22:63-91.
- Prance, G. T. 1997. The conservation of botanical diversity. *In: Maxted, N.; Ford-Lloyd, B. V. and Hawkes, J. G. Plant genetic conservation. The *in situ* approach.* Chapman and Hall. 3-14 pp.
- Romero, C. T.; González, D. L.; Reyes, R. G. 2006. Geografía e historia cultural del maíz Palomero Toluqueño (*Zea mays* Everta). *Ciencia Ergo sum.* 13:47-56.
- Sackville, H. R. and Chorlton, H. K. 1997. Regeneration of accession in seed collections: a decision guide (4.5 MB) handbooks for genebanks No. 5. IPGRI, Rome, Italy. 543 p.
- Tuxill, J. y Nabhan, G. 2001. Plantas, comunidades y áreas protegidas. Una guía para el manejo *in situ*. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). 227 p.
- Wellhausen, E.; Roberts, L. M. y Hernández, X. E. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. *In: Mangelsdorf, P. C. Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG).* México, D. F. Folleto técnico Núm. 5.