

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación Agronómica de Razas de Maíz de la Región Norte de Puebla Bajo
Diferentes Prácticas Agrícolas

Por:

PABLO HERNÁNDEZ GARCÍA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación Agronómica de Razas de Maíz de la Región Norte de Puebla Bajo
Diferentes Prácticas Agrícolas

Por:

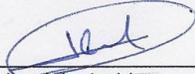
PABLO HERNÁNDEZ GARCÍA

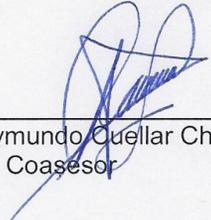
TESIS

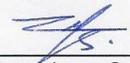
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

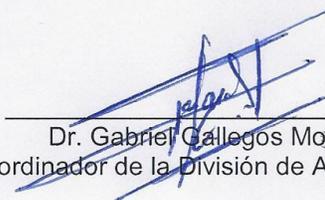
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


M.C. José Luis Herrera Ayala
Asesor Principal


Ing. Raymundo Cuellar Chavez
Coasesor


M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez
Coasesor


Dr. Gabriel Callegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
Saltillo, Coahuila, México, División de Agronomía

Mayo 2016

DEDICATORIAS

A mis padres:

Luis Hernández López

Y

Teodora García Lazaro

Con mucho cariño para ellos, por enseñarme el camino de formación, por brindarme su apoyo moral y económico en los momentos más difíciles y por inculcarme sus ejemplos de vida que de alguna manera me ayudaron a superar todos los obstáculos durante mi formación profesional.

A mis tíos:

†Antonio Hernández López, †Esteban García Lazaro y Jesús García Lazaro.

Todos ellos por haberme dado consejos y todo su apoyo aunque unos de ellos ya no estén conmigo pero siempre los llevaré en mi mente.

A mis primas:

Argelia Landero García, Gloria Hernández Landero, Yolanda Hernández Landero
Victoria Hernández Landero.

Por su apoyo y cariño incondicional que me brindaron en toda la etapa de la carrera.

A mis amigos:

César Emmanuel Cruz Días, Jesús Sánchez Santiago, Graciano Sandoval Hernández, Isabel Gaona García, Luis Antonio Aguilar Cruz, Alexis Guzmán Hernández y Georgina Bonilla Pérez. Gracias por brindarme su amistad durante mucho tiempo como también pasamos muchos ratos inolvidables.

A mis amigos de universidad:

Samuel Pizano Noria, Miguel Cuéllar Ramírez, Sergio Rojas Gómez, José Rigoberto Peralta Rojas, María del Carmen Casiano de la Rosa y Diana Marisol Vargas Pérez. Todos ellos por brindarme su amistad incondicional durante todo este tiempo y con quienes vivimos momentos inolvidables durante la estancia en la Universidad y que ahora ya todos son profesionistas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: por estar conmigo en las buenas y en las malas, por darme fuerza en los momentos más difíciles en mi carrera universitaria.

A mi Alma Mater: que me acogió en un seno inmenso de sabiduría la cual me dió los conocimientos que son las armas necesarias para poder seguir adelante por el camino de la vida.

Al M.C. José Luis Herrera Ayala: por el apoyo que me brindó para la realización de este trabajo como también el apoyo incondicional que me proporcionó en toda la carrera.

A la M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez: por haberme brindado su valiosa asesoría, tiempo, dedicación por dar respuestas a todas mis preguntas y dudas que se generaron al realizar este trabajo y por compartir todos sus conocimientos como también brindarme su valiosa amistad y todo su apoyo en toda la carrera, muchas gracias.

Al Ing. Raymundo Cuellar Chavez: por su valiosa amistad y todo el apoyo incondicional que me brindo desde el inicio de la carrera así como por la revisión de este trabajo.

Al Ing. José Luis Guerrero Ortiz: por su valiosa amistad y colaboración, revisión de este trabajo.

Al Dr. Armando Muñoz Urbina: por haberme apoyado para realizar este trabajo, gracias a la confianza que depositó en mí y por sus aportaciones y orientación.

Al Departamento de Fitomejoramiento: es un orgullo pertenecer a este departamento de mucho prestigio, de mucho conocimiento.

A todos los maestros: que influyeron en mi formación como profesionista, me inculcaron el conocimiento adquirido y por brindarme su apoyo.

Se extiende un reconocimiento a los productores Custodios de las razas de maíz del estado de Puebla, en especial a los de la región norte, quienes contribuyeron con su semilla y trabajo en el desarrollo de la presente investigación, al igual que al Sr. Carlos Espinoza Limón por las facilidades otorgadas para el establecimiento del ensayo de rendimiento en el Rancho la Providencia en San Nicolás Buenos Aires, Puebla.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESÚMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos.....	2
Hipótesis del trabajo	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Agricultura tradicional en México.....	3
El ambiente del cultivo del maíz	6
Radiación solar.....	9
Duración del día o fotoperiodo	9
Manejo del cultivo.....	9
Fecha de siembra.....	9
Densidad de siembra	9
Exigencia de clima.....	10
Requisitos del suelo	11
Siembra	11
Resistencia a enfermedades y plagas.....	11
El Proyecto Maestro de Maíces Mexicanos en el estado de Puebla.....	12
Sistemas de producción de los agricultores de la región norte de Puebla.....	12
Principales usos del maíz	14
Aspectos generales sobre las razas de maíz consideradas en este estudio	15
Palomero	15
Arrocillo.....	16
Cacahuacintle	16

Cónico	16
Elotes Cónicos.....	17
Olotillo.....	17
Tuxpeño.....	17
Chalqueño.....	18
Características del área de estudio en el estado de Puebla	18
Superficie.....	18
Clima	18
Aspectos generales de los municipios de la región norte de Puebla, considerados en el estudio.....	20
Atempan	21
Chignahuapan.....	21
Francisco Z. Mena.....	21
Pantepec	22
Tenampulco	22
Tetela de Ocampo.....	23
Xicotepec.....	23
Zacatlán.....	24
Zaragoza	24
Razas de maíz de la región norte de Puebla consideradas en el estudio	25
Evaluación directa en parcelas de conservación <i>in situ</i>	26
Ciclo agrícola 2008.....	26
Ciclo Agrícola 2009	26
Ensayo de rendimiento de las poblaciones. Ciclo agrícola 2009	27
Características del sitio de evaluación	28
Características del ensayo de rendimiento	28
Toma de datos agronómicos.....	30
Análisis estadísticos.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
Ciclo agrícola 2008	34
Ciclo agrícola 2009	36

Ensayo de rendimiento de las poblaciones en el ciclo agrícola 2009 bajo condiciones de riego.....	37
Respuesta de las poblaciones en los diferentes ambientes de evaluación.....	42
CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFIA	54
APÉNDICE.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Relación de razas de maíz de la región norte de Puebla.	25
Cuadro 2. Ubicación de las parcelas de conservación <i>in situ</i>	27
Cuadro 3. Relación de poblaciones criollas utilizadas como testigos.	28
Cuadro 4. Ubicación geográfica de la parcela de evaluación.....	28
Cuadro 5. Características del ensayo de rendimiento establecido en el Rancho La providencia en el municipio de San Nicolás Buenos Aires 2009.....	29
Cuadro 6. Cuadrados medios y sus significancias, coeficientes de variación de las variables estudiadas. 2008 T	34
Cuadro 7. Concentración de medias de las variables estudiadas. 2008 Temporal...	35
Cuadro 8. Cuadrados medios y su significancia para las variables estudiadas en 2009 bajo condiciones de temporal.....	37
Cuadro 9. Concentración de medias de las variables estudiadas 2009 temporal	38
Cuadro 10. Cuadrados medios y su significancia de las poblaciones evaluados en el Rancho La Providencia, Puebla 2009 R.	39
Cuadro 11. Concentración de medias de las características agronómicas de las poblaciones y testigos evaluados en Rancho La Providencia 2009 bajo condiciones de riego.....	40
Cuadro 12. Respuesta agronómica de las poblaciones testigo.....	42
Cuadro 13. Altitudes mínimas y máximas de las razas presentes en este estudio ...	48
Cuadro 14. Rendimiento de mazorca de las razas de maíz en los diferentes ambientes de evaluación.	49
Cuadro 15. Poblaciones seleccionadas en base a su respuesta a través de ambientes.	50
Anexo 1. Características de los sistemas de producción de los Custodios de la región norte de Puebla.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Climas que predominan en el estado de Puebla.	19
Figura 2. Comparación de medias de rendimiento de mazorca en los diferentes ambientes de evaluación.....	43
Figura 3. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Palomeros y Arrocillo en los diferentes ambientes de evaluación.....	44
Figura 4. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Cónico blanco en los diferentes ambientes de evaluación.....	44
Figura 5. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Cónico amarillo en los diferentes ambientes de evaluación.....	45
Figura 6. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Elotes Cónicos en los diferentes ambientes de evaluación.....	46
Figura 7. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Tuxpeño en los diferentes ambientes de evaluación.....	46
Figura 8. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Olotillo en los diferentes ambientes de evaluación.....	47
Figura 9. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Chalqueño, Cacahuacintle y Mezcla Varietal evaluadas en diferentes ambientes.....	47
Figura 10. Comparación de altitudes de las poblaciones estudiadas en el experimento	48
Figura 11. Rendimiento de testigos en comparación con las medias de razas, testigos y media general 2009 R.....	51

RESÚMEN

El Proyecto Maestro de Maíces Mexicanos dio inicio en el año 2008 en el estado mexicano de Puebla con la colecta de muestras de razas de maíz y establecimientos de parcelas de conservación *in situ* en coordinación con los agricultores de las poblaciones seleccionadas, para posteriormente conservar muestras caracterizadas en el Banco Nacional de Germoplasma de los Productores de Maíz de México, con sede en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Para realizar las colectas, el estado se dividió en cuatro regiones para ofrecer una mayor atención tanto a los agricultores como a las parcelas sembradas con sus razas de maíz.

En el presente estudio se consideraron 33 poblaciones de la región norte de Puebla correspondientes a las razas de maíz Palomero (2), Arrocillo (1), Cacahuacintle (1), Cónico (9), sub-raza Elotes Cónicos (7), Tuxpeño (5), Olotillo (6), Chalqueño (1) y una mezcla varietal, localizadas en los municipios de Atempan, Chignahuapan, Francisco Z. Mena, Pantepec, Tenampulco, Tetela de Ocampo, Xicotepéc, Zacatlán y Zaragoza, con el objetivo de conocer la respuesta agronómica de las poblaciones al ser evaluadas bajo condiciones de temporal y con los propios sistemas de producción de los agricultores, en dos ciclos agrícolas 2008 y 2009 (en lo sucesivo 2008T Y 2009T), en comparación con la siembra de las poblaciones en un ensayo de rendimiento en el Rancho la Providencia del municipio de San Nicolás Buenos Aires (SNBA), bajo condiciones de riego en 2009 (en lo sucesivo 2009R), densidad de siembra (43,191 pts. ha⁻¹), fertilización uniforme (180-92-60) y control de malezas y plagas del suelo y del cultivo.

Las poblaciones bajo temporal (2008T y 2009T) fueron analizadas bajo el diseño Bloques completamente al azar, realizando tres muestreos aleatorios en cada parcela. En el ensayo de rendimiento (2009R) se utilizó el diseño de Bloques al azar con dos repeticiones incluyendo 10 criollos regionales como testigos.

Los resultados mostraron que la respuesta agronómica de las poblaciones depende fundamentalmente del ambiente de crecimiento, en el estudio los principales factores ambientales que modificaron dicha respuesta fueron el clima (temperatura y humedad) y los sistemas de producción.

Un periodo prolongado de sequía que se presentó en el ciclo agrícola 2009T, durante la etapa vegetativa del cultivo, ocasionó que los rendimientos fueran inferiores a los obtenidos en 2008T. En 2008T el rendimiento promedio de 19 poblaciones fue de 3.279 ton ha⁻¹ y en 2009T fue de 2.469 ton ha⁻¹ en 24 parcelas evaluadas.

El número de parcelas se vió reducido por efectos del clima (heladas o sequia) o por haberlas cosechado el agricultor antes de la evaluación.

Al analizar los rendimientos de las poblaciones como expresión del genotipo, se observó que los sistemas de producción de los Custodios bajo temporal, con poca o nula fertilización y sin control de plagas y malezas, en su mayoría con trabajos de yunta a la parcela, al ser modificados con prácticas agrícolas, permiten a las poblaciones manifestar su potencial genético al ser sembradas en un ambiente más favorable. En S.N.B.A. el rendimiento promedio de 32 poblaciones fue de 6.946 ton ha⁻¹, el de ocho testigos (dos no se adaptaron) fue de 9.185 ton ha⁻¹ y la media general del ensayo fue de 7.394 ton ha⁻¹. Las poblaciones con adaptación en altitudes de 1,940 a 2,841 msnm, al sembrarse a 2,397 msnm, presentaron rendimientos superiores a los observados en su propio ambiente durante 2008T Y 2009T, con valores mayores a la media general o muy cercanos a la media de razas, con reducción en acames de raíz y tallo y mayor sanidad.

Las poblaciones provenientes de altitudes inferiores a 210 msnm, con clima cálido húmedo al sembrarse a una altitud de 2,397msnm, con clima templado subhúmedo fueron afectados en las etapas de crecimiento, retardando la fecha de floración, anthesis y llenado de grano, lo que se reflejó en una reducción del rendimiento por no adaptarse al ambiente de evaluación.

Finalmente, se concluye que las razas de maíz cuentan con atributos agronómicos que expresan su potencial al mejorar su ambiente de crecimiento, lo que se puede lograr en las parcelas de conservación *in situ* si a los Custodios se les reconoce sus innovaciones y se les apoya con asistencia para la producción y conservación de sus poblaciones criollas y razas de maíz.

Se recomienda evaluar las poblaciones en mayor número de ambientes y continuar otorgando asistencia técnica a los Custodios de las razas de maíz en las diferentes prácticas de selección de semilla, prácticas culturales y asesoría en la búsqueda de apoyos económicos a través de la organización de los productores.

Palabras clave: *Zea mays*, razas de maíz, sistemas de producción, rendimiento

Pablo Hernández García

hernandez17_uaaan@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El maíz y su importancia ha sido fundamental en la cultura del pueblo mexicano. La presencia de una gran diversidad de criollos y razas de maíz, sitúan a México como su centro de origen. El mantenimiento, conservación y mejoramiento de este valioso patrimonio genético, son el resultado de conocimientos ambientales y de prácticas culturales adquiridas por prueba y error por el agricultor campesino, y que se han sido transmitidos de generación a generación.

El hombre practica una selección empírica de maíces que soporten condiciones desfavorables como sequía, heladas o fuertes vientos, con buen comportamiento en campo como la resistencia a plagas que no causen mermas en la producción de grano y forraje.

Más del 75% de la superficie cultivada en la República Mexicana se siembra bajo condiciones de temporal, este porcentaje varía de acuerdo a la contribución de las lluvias, encontrando que solo una décima parte de la superficie recibe una cantidad uniforme que permite tener la seguridad de un cultivo anual.

En el estado de Puebla, la región norte en donde se desarrolló el presente estudio, se presenta gran variedad de climas por lo accidentado de la topografía predominando el clima cálido húmedo y cálido subhúmedo seguido por climas templado húmedo y subhúmedo. Al cultivo del maíz se le encuentra desde altitudes al nivel del mar hasta altitudes superiores a los 2,900m en zonas boscosas con clima frío y alta humedad relativa. Por las características distintivas de una raza de maíz se seleccionaron 33 poblaciones que involucraron a 7 razas, una subraza y una mezcla varietal que los agricultores han venido cultivando a través del tiempo, seleccionando la semilla diferenciándola por su color, textura, forma de la mazorca o grano, ciclo del cultivo y usos específicos.

Sus sistemas de producción son de subsistencia y tradicionales obteniendo bajos rendimientos por la mínima aplicación de insumos y problemas del cultivo como poco desarrollo radicular, acames de la planta, presencia de plagas y enfermedades, entre otros. Las prácticas culturales que realizan dependen mucho de la situación económica del agricultor o de la ubicación de las parcelas que en ocasiones se encuentran en laderas con pendientes pronunciadas que no permiten realizar trabajos con tracción animal. Su objetivo principal es satisfacer las necesidades de

autoconsumo, alimentar a su ganado y la venta de excedentes cuando existen (informe de avances internos del PMMM 2009-2010).

Las razas de maíz consideradas presentan características agronómicas que pueden ser mejoradas al modificar o corregir algunas prácticas agrícolas, lo que repercutirá en incrementos de la producción en beneficio de los agricultores y sus familias.

En base a lo anterior en el presente estudio se tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Conocer los cambios en la respuesta de las poblaciones al ser evaluadas en su ambiente natural bajo las prácticas agrícolas del agricultor, en comparación con la evaluación en un solo ambiente con modificación en el sistema de producción.

Objetivos específicos

- Evaluar las poblaciones en parcelas de conservación *in situ* durante dos ciclos agrícolas y en una localidad en un ensayo de rendimiento, para conocer su respuesta al modificar su ambiente de crecimiento
- Seleccionar las razas de maíz que muestren una respuesta positiva en los diferentes ambientes de evaluación.

Hipótesis del trabajo

Los factores de clima y altitud así como los sistemas de producción influyen en los procesos fisiológicos de desarrollo y crecimiento del cultivo, presentando diferentes niveles de interacción, que se reflejan en su rendimiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Agricultura tradicional en México

Ávila (2010) menciona que en México, la agricultura se inició hace unos nueve mil años, abarcando, sobre todo, la región cultural conocida como Mesoamérica. Debido a la extensión de este territorio, las condiciones ambientales que los pobladores originales enfrentaron fueron muy variadas, lo mismo que las plantas que lograron domesticar, aunque iniciaron con una sola gramínea y algunas leguminosas, se llegaron a domesticar hasta 90 especies diferentes, empleadas para la alimentación, incluyendo semillas y frutos, tanto de árboles como de hierbas; hortalizas; raíces; condimentos; así como textiles; estimulantes y narcóticos; papel; tintóreos; resinas; cercos vivos; plantas de ornato y hasta para hospedar insectos útiles. La agricultura mexicana se conformó con características peculiares que comparte con otras del mundo, desarrolladas por civilizaciones localizadas en las áreas que Nikolai I. Vavilov propone dentro de los ocho “centros de origen de las plantas cultivadas” El ejemplo más notorio e importante en Mesoamérica es el maíz, la planta que dio origen a este cereal es el teocintle (*Zea mexicana* y otras cinco especies, entre ellas *Z. diploperennis*). La transformación que lograron los campesinos no se ha conseguido en ningún laboratorio y constituye un aporte colectivo a la humanidad, que hasta la fecha ha sido poco valorado y no cuenta con reconocimiento en las leyes de patentes. Una característica importante de la agricultura tradicional es el establecimiento de más de una especie útil en la parcela; el mejor ejemplo en México es la milpa, en ella se cultiva maíz, al menos tres tipos diferentes, asociado con otros tantos de frijoles, calabaza, quelites, chiles, jitomate, jícama y yuca.

Gastó y Gastó (1970) señalaron que en este sistema las actividades productivas son realizadas por la familia; en las áreas tropicales predomina sobre todo el uso de la rosa-tumba-quema. La costumbre, hasta ahora preservada por muchas comunidades campesinas e indígenas, es manejar una alta heterogeneidad de especies, genes y comunidades, ello complementa los niveles de conservación de la diversidad biológica que dan estabilidad a una región, es decir, genética, poblaciones y comunidades. En conjunto, ésto constituye la infraestructura ecológica, llamada elegantemente “matriz agrícola”. A pesar de las características ventajosas de la agricultura tradicional, en México el paradigma que ha dominado la orientación de la producción de alimentos, la educación agrícola en general y buena parte del manejo

de los recursos naturales ha sido “la revolución verde”. Este fenómeno inició en México en la década de 1950.

Altieri (1999) hace notar que alrededor del 60% de la tierra cultivada del mundo todavía se explota mediante métodos tradicionales y de subsistencia. Este tipo de agricultura se ha beneficiado gracias a siglos de evolución cultural y biológica, mediante lo cual se ha adaptado a las condiciones locales. Así, los pequeños agricultores han creado y/o heredado sistemas complejos de agricultura que, durante siglos, los han ayudado a satisfacer sus necesidades de subsistencia, incluso bajo condiciones ambientales adversas (en suelos marginales, en áreas secas o de fácil inundación, con pocos recursos) sin depender de la mecanización o de los fertilizantes y pesticidas químicos. Generalmente, dichos sistemas agrícolas consisten en una combinación de actividades de producción y de consumo. La mayoría de los pequeños agricultores han empleado prácticas diseñadas para optimizar la productividad en el largo plazo, en vez de aumentarla al máximo en un corto plazo. Los insumos, por lo general, se originan en la región inmediata y el trabajo agrícola es realizado por seres humanos o animales. Los pequeños agricultores sustentan la fertilidad del suelo, manteniendo ciclos cerrados de nutrientes, energía, agua y desechos. Así, muchos agricultores enriquecen sus suelos con la recolección de nutrientes (tales como abono y humus de los bosques) que provienen de fuera de sus campos, adoptando sistemas de barbecho o de rotación o incluyendo leguminosas en sus patrones de cultivo intercalado.

Carrera *et al.* (2012) comentan que si hablamos de campesinos estamos hablando de la agricultura tradicional. A pesar de la migración del campo a las ciudades, existen muchos campesinos en nuestro país. Un campesino es propietario de una pequeña parcela que cultiva con la ayuda de su familia empleando animales, como los bueyes, para jalar su arado. Se apoya en herramientas y maquinaria sencillas. Siembra una vez al año aprovechando el agua de la temporada de lluvias. El producto de su cosecha es para el consumo de su familia y para alimentar a sus animales, por lo que solamente vende el sobrante. Es común que cuando acaba la cosecha se vaya a otros lados para buscar trabajo en tanto llega de nuevo la temporada de siembra.

Aguirre *et al.* (2012) mencionan que el uso de las máquinas siempre ha estado presente en la agricultura. Hay de máquinas a máquinas, desde las más simples hasta las más complejas. En la agricultura tradicional, se emplean básicamente herramientas, como la hoz, hecha de hierro y cobre con una cuchilla metálica en forma de media luna y un mango para dirigirla. La coa es un tipo de hoz empleada por los pueblos de América prehispánica, que sigue en uso. Consiste en una madera larga que termina en punta y sirve para horadar la tierra y poder depositar las semillas. También se emplea la yunta, es decir, un par de bueyes, u otros animales, unidos por un yugo, que arrastran herramientas para arar la tierra. Todas estas

herramientas, en diferentes versiones, existen desde hace miles de años. El maíz es el cultivo más importante para los mexicanos. Nuestra cultura floreció gracias al aporte que ha hecho este cultivo en el aspecto social, económico, cultural, y principalmente alimentario. En México se pueden identificar dos formas contrastantes de producción de maíz: una con enfoque empresarial, en la que se pretende alcanzar los máximos rendimientos a través del aporte continuo de energía externa al sistema en forma de semillas mejoradas, fertilizantes químicos, pesticidas, maquinaria y riego; sin embargo, solo el 7% de los agricultores pueden desarrollar esta forma de producción debido a la fuerte inversión que se requiere. La otra forma de producción se fundamenta en aspectos culturales-tradicionales y se caracteriza por la siembra de semilla criolla en la mayoría de los casos, en condiciones de temporal y en poca o ninguna incorporación de energía externa al sistema. El objetivo principal es satisfacer las necesidades de autoconsumo familiar, y la venta de excedentes cuando existen, aunque desafortunadamente es frecuente la obtención de bajos rendimientos. En México el mayor porcentaje de agricultores que siembra maíz (53% subsistencia y 40% tradicional) utilizan esta forma de producción.

Una preocupación constante de los productores de subsistencia y tradicionales son los bajos rendimientos de sus maíces criollos, atribuibles en parte a la mínima aplicación de insumos externos como fertilizantes, insecticidas, etc. Otra posible razón de los bajos rendimientos es por problemas como acame, alto porcentaje de plantas jorras poca resistencia a enfermedades, etc., que se observan en la parcela. No obstante a lo anterior, es conveniente seguir sembrando y conservar los maíces criollos, porque son los que mejor se adaptan al ambiente de cada región, al manejo agronómico tradicional y por su buena aceptación en la alimentación familiar. (Gastó, 1980)

De acuerdo a Ron *et al.* (2006) el método tradicional que se utiliza para seleccionar semilla de maíz para el siguiente ciclo del cultivo es escoger del montón las mazorcas de mayor tamaño. Este método de selección ha permitido mejorar y conservar las poblaciones de maíz criollo a través del tiempo; pero los resultados serán más rápidos y mucho mejores si la selección se realiza en la parcela.

Ron *et al.* (2006) señalan que los grupos humanos que se establecieron en numerosos nichos del territorio nacional dieron lugar a todas las razas de maíz existentes y hoy en día continúan con el perfeccionamiento de variantes especializadas para las diferentes condiciones del medio, y para los usos que requiere la gente. Los agricultores tradicionales, en su mayoría indígenas, crearon “patrones varietales”, este concepto significa que cada grupo de variedades de maíz contiene materiales que difieren en precocidad, color de grano y usos. La agricultura campesina es una ingeniosa estrategia de apropiación de los ecosistemas la cual se

sustenta en el manejo y uso de la diversidad genética interespecifica (maíz, calabaza, frijol, haba, etc.) y la intraespecifica (variedades heterogéneas patrones varietales) en un mismo espacio de terreno conocido como “milpa”. (Carrera *et al.*, 2011). Esta variación genética le permite al agricultor de agricultura campesina o marginal reducir los riesgos de pérdida de su producción. En países en desarrollo, de la superficie sembrada con maíz el 60% corresponde a maíces criollos, en México es de 80%. Las principales causas de pérdida de diversidad de maíz se deben a que los maíces criollos están siendo sustituidos por variedades mejoradas de alto rendimiento, buenas características agronómicas, adaptación amplia aunque de base genética reducida.

Ron *et al.* (2006) puntualizan que la inmensa labor de los agricultores tradicionales, permite destacar el hecho de que, basados en sus respectivas culturas, desarrollaron métodos originales de producción y selección de plantas, y han sido capaces de convertir plantas silvestres en cultivos, cuyos productos alimentan a todos los seres humanos y que continuarán con dicho proceso, siempre que se les atienda, reconozca y recompense por sus innovaciones.

El ambiente del cultivo del maíz

Martínez (2008) señala que el rendimiento de las plantas depende de su potencialidad genética y de su capacidad para aprovechar mejor los factores del ambiente (agua, energía solar, sustancias nutritivas, etc.), es decir, su adaptación al medio, debido a que el rendimiento que es la expresión fenotípica, es el resultado de la acción del genotipo con el ambiente más la interacción entre ellos. El genotipo es el conjunto de información contenida en la semilla que se trasmite de padres a hijos (se hereda) y determina las características de las plantas. El ambiente está determinado por un conjunto de factores como la temperatura, la lluvia, el suelo, etc., condiciones variables para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año, que actúan sobre la semilla-planta y que modifican al genotipo (no se hereda). El genotipo y el ambiente siempre actúan juntos permitiendo la expresión del fenotipo, que es la apariencia externa de la planta, como altura, forma, tamaño y número de hojas, rendimiento, etc.; que son determinadas por la interacción del ambiente con la información contenida en la semilla.

Genotipo: es el conjunto de información contenida en la semilla que se transmite de padres a hijos (se hereda) y determina la característica de la planta.

Ambiente: es el conjunto de factores como la temperatura, la lluvia, el suelo, etc., que actúan sobre la semilla-planta y que modifican al genotipo (no se hereda) el genotipo y el ambiente siempre actúan juntos (genotipo + ambiente = fenotipo)

Fenotipo: es la apariencia externa de la planta que se expresa dependiendo del ambiente.

Todas las características que se observan en una planta es parte del fenotipo: altura, forma, tamaño y números de hojas, rendimiento, etc.; son determinadas por la interacción del ambiente con la información contenida en la semilla (genotipo). Para mejorar las características de las poblaciones de maíz nativas, es necesario “seleccionar plantas con el mejor fenotipo” desde que el cultivo está en pie, para asegurarse de que las características que se desea sean transmitidas de padres a hijos.

Hernández (1980) menciona que la mayoría de las veces el potencial productivo de los cultivos es reducido por el efecto de las condiciones ambientales adversas que se presentan durante el ciclo vegetativo. Por lo tanto, es necesario incorporarles fuentes de resistencia que amortigüen los efectos de tales factores.

El mismo autor señala que la creación de variedades resistentes o tolerantes a condiciones climáticas extremas ha permitido incrementar la producción en estas condiciones y a la vez, se ha extendido el cultivo de algunas plantas a regiones en las que era imposible o antieconómico. A fin de incrementar la producción en condiciones adversas, es necesario formar variedades cuyo aumento de producción se deba a su capacidad genética para resistir dichas condiciones, tales como la sequía, exceso de humedad, calor, frío, salinidad o alcalinidad del suelo (exceso de sales solubles), deficiencia o exceso de minerales, mal drenaje, etc. La resistencia a determinado factor ambiental se puede encontrar en las poblaciones criollas, debido a que éstas, en la mayoría de los casos, están formadas por mezclas de variedades de diferente adaptación ecológica, de donde, a través de la selección, pueden obtenerse algunas plantas resistentes a determinado factor ambiental adverso. Estas plantas pueden transmitir su adaptación ecológica a través de cruzamientos con otras plantas, a las que se desee incorporar la resistencia y características agronómicas idóneas para la formación de nuevas variedades de mayor producción, con resistencia o tolerancia a determinada condición ecológica. De lo anterior se infiere que el mejor método para incorporar fuentes de resistencia contra factores adversos es el genético, que consiste en desarrollar variedades resistentes o tolerantes a estos factores. Además, es importante señalar que no sólo estos medios para obtener mayor producción, influyen en la expresión del potencial genético de cualquier planta para alcanzar su máximo rendimiento (producción de grano, frutos, tallos, hojas o cualquier parte aprovechable), sino que existe un gran número de factores que interactúan durante el ciclo vegetativo de la planta, por lo que el rendimiento es la expresión de todos. Los factores más importantes que influyen en el rendimiento son extrínsecos o intrínsecos:

1. Factores extrínsecos (ambiente)

Climáticos: luz (horas e intensidad), temperatura (horas e intensidad), humedad relativa, viento.

Edáficos: fertilidad, textura, estructura, pH, agua, salinidad.

Bióticos: bacterias, hongos, insectos y malezas.

2. Factores intrínsecos

Asimilación de nutrientes: (genotipos), carbono (superficie, asimilación neta), sales minerales, agua, equipo hormonal (desarrollo) y resistencia a factores adversos.

Hernández (1985) apunta que la búsqueda de genotipos sobresalientes se realiza mediante pruebas en grandes cantidades de material del que sólo se selecciona al final uno o unos cuantos. Por lo tanto, deben buscarse otros mecanismos que eviten el trabajo excesivo en el campo. Uno de estos mecanismos puede ser el análisis fisiológico, que si bien exigirá un trabajo técnico más cuidadoso y profundo, evitará derroche de energía, espacio y tiempo.

A menudo, los genetistas usan el término genes de rendimiento que, por supuesto, es una manera de hablar, pues el rendimiento no es un carácter unitario, sino la respuesta del genotipo al ambiente en su totalidad.

Otra clasificación general de acuerdo a Hernández (1985) de los factores que influyen en el rendimiento son: **Abióticos:** Comprende todos los fenómenos físicos (presión atmosférica, lluvia, aire, suelo, etc.) y químicos (componentes de las rocas, minerales, salinidad del agua, etc.) que afectan a los organismos. Este factor es el que el hombre no puede controlar, éste genera más impacto a la planta o cultivo en una cierta región donde se presentará un comportamiento diferente como puede ser altura, rendimiento, precocidad.

Bióticos: Comprende todos los seres vivos existentes en un ecosistema, y las interrelaciones que se forman entre ellos como son: plantas, animales (incluido el hombre) y microorganismo. Este factor puede ser manipulado por el hombre.

A través del tiempo, el hombre ha aprendido a manejar y a modificar los factores edáficos y, en gran parte, los factores bióticos; en cambio, no maneja los factores climáticos; sin embargo, ha logrado obtener plantas adecuadas en los diversos climas. Con respecto a los factores intrínsecos, el hombre puede atacar el problema de dos maneras:

- a. Buscando o formando plantas con potencial genético para desarrollar hojas grandes y raíces profundas, mediante el mejoramiento genético (genética aplicada).
- b. Aplicando a la planta, en forma extrínseca, el factor intrínseco faltante, que puede ser alguna hormona, algún inhibidor del desarrollo, un factor de resistencia a patógenos, etc. (fisiología aplicada).

Radiación solar

Las plantas crecen porque producen sus alimentos a partir de la luz, en el proceso de la fotosíntesis. La eficiencia con que la planta de maíz utiliza la radiación solar, dependerá de su desarrollo foliar.

La planta de maíz es considerada como C4 porque: el CO₂ primero es incorporado a un compuesto de cuatro carbonos (por lo que se le denomina C4) se lleva a cabo en las células internas y mantiene los estomas abiertos durante el día, requiere de una anatomía especializada llamada "Anatomía de Kranz". Es más rápida que las plantas conocidas como C3 bajo altas condiciones de luz y temperatura ya que el CO₂ es transportado directamente al rubisco impidiendo que tome oxígeno y por lo tanto que pase por la fotorespiración. (Barceló,1990).

Duración del día o fotoperiodo

El ciclo del maíz es una especie de días cortos. Es decir, su ciclo se acorta al acortarse la duración del día. Por ello es importante una siembra temprana para que cada etapa tenga un desarrollo óptimo, contribuyendo a un mayor rendimiento.

Manejo del cultivo

Son decisiones muy importantes que toma el productor respecto a la aplicación de tecnología, son de vital importancia para el cultivo. Es un error seleccionar del montón las mazorcas para semilla, ya que así se corre el riesgo de seleccionar sólo la acción del ambiente a cual no se hereda.

Fecha de siembra

Una siembra tardía es más propensa a un periodo crítico, la floración, es la época en donde no debe de haber estrés hídrico.

Densidad de siembra

El manejo correcto de densidades de siembra asegura la obtención de coberturas vegetales que permiten lograr una intercepción máxima de la luz.

Exigencia de clima

Mondoñedo *et al.* (1981) reportan que el maíz abarca una gran población y diversidad de razas y tipos de plantas que exigen ciertas condiciones de clima y suelo. El maíz exige un clima relativamente cálido, y agua en cantidades adecuadas. La mayoría de las variedades de maíz se cultivan en regiones de temporal, de clima caliente, y de clima subtropical húmedo, pero se adaptan a regiones semiáridas y frías. El granizo y las heladas afectan considerablemente el cultivo. Para una buena producción de maíz, la temperatura debe oscilar entre 20^o y 30^oC. La óptima depende del estado de desarrollo, de forma general, las condiciones de la temperatura en las etapas de desarrollo del cultivo son las siguientes:

	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	10 ^o C	20 a 25 ^o C	40 ^o C
Crecimiento vegetativo	15 ^o C	20 a 30 ^o C	40 ^o C
Floración	20 ^o C	21 a 30 ^o C	30 ^o C

MPEAM (1983) indica que el maíz requiere una temperatura de 25 a 30^oC. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20^oC. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8^oC y a partir de los 30^oC pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32^oC. el agua en forma de lluvia es muy necesaria en periodos de crecimiento en unos contenido de 40 a 65 cm. El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a germinar se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el llenado de grano y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y buena formación de grano. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

Durante la época de la formación de granos, las temperaturas altas tienden a inducir una maduración más temprana. El maíz germina sin problema en la oscuridad. Para su crecimiento requiere pleno sol. En cuanto a floración, el maíz es una planta de días cortos. Florece rápido durante los días cortos. Su floración se retarda durante los días largos del año. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen con 11 o 14 horas de luz por día. La condición ideal de humedad del suelo, para el desarrollo del maíz, es el estado de capacidad de campo. La cantidad de agua durante la

temporada de crecimiento no debe ser menor de 300 mm. La cantidad óptima de lluvia es de 550 mm, la máxima, de 1,000 mm. Las variedades precoces requieren menos agua que las tardías.

Preparación del terreno

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno para que éste quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra. También se efectúan labores con arado de vertedera con una profundidad de 30 a 40 cm.

Requisitos del suelo

Palerm (1972) menciona que el maíz necesita suelos profundos y fértiles para obtener una buena cosecha. El suelo de textura franca es preferible para el maíz. Ésto permite un buen desarrollo del sistema radicular, con una mayor eficiencia de absorción de humedad y de los nutrientes del suelo. Además, se evitan problemas de acame. Los suelos con estructura granular proveen un buen drenaje y retienen el agua. Además, son preferibles los suelos con alto contenido de materia orgánica. Se obtienen una mejor producción cuando la alcalinidad y acidez están balanceadas. El pH óptimo se encuentra entre 6 y 7.

Siembra

Antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas. Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12°C.

Resistencia a enfermedades y plagas

Un factor muy importante para incrementar la producción es la resistencia a las enfermedades y plagas, ya que la mayoría de las plantas son atacadas por patógenos e insectos que reducen o eliminan totalmente las cosechas. En muchos casos resulta incosteable o contraproducente combatir las por métodos químicos o biológicos. Por lo tanto, el mejor método de control de enfermedades y plagas es el genético, es decir, desarrollar variedades resistentes o tolerantes a patógenos e insectos. La resolución parcial del problema de las enfermedades, consiste en buscar fuentes de resistencia dentro de la variabilidad genética existente o recurrir a los centros de origen de las plantas, ya que la manera más segura de combatir las enfermedades es mediante el desarrollo de variedades resistentes. Hernández (1985)

El Proyecto Maestro de Maíces Mexicanos en el estado de Puebla

De la información interna de los avances (2009-2010) del Proyecto Maestro de Maíces Mexicanos (PMMM), se presenta un resumen de las actividades realizadas.

En el año 2008 que da inicio el PMMM en el estado de Puebla, se recorrió el estado realizando 1,050 colectas de mazorcas que fueron clasificadas en forma preliminar en base a las características morfológicas distintivas de una raza, seleccionando las más representativas que el productor al que se denominó “Custodio” ha mantenido y conservado a través del tiempo.

Se establecieron acuerdos de colaboración con los Custodios seleccionados para trabajar en sus parcelas y obtener semillas para las accesiones al Banco de Germoplasma de los Productores de Maíz de México, con sede en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en donde conservarían una muestra representativa de su maíz a la que pueden acceder en caso de pérdida por siniestros, y una muestra para la conservación *in situ* y estudios pertinentes en la fuente tan valiosa del material genético que representan los criollos y razas de maíz.

A las parcelas y por lo tanto a sus poblaciones de maíz, se les asignó una clave de identificación que incluye las siglas de la institución colectora; las letras IS señalan que las accesiones proceden de la selección directa en parcelas de conservación *in situ*; la (s) primera (s) letra, (s) o abreviatura del estado de la República de procedencia y finalmente un número que se asigna en forma cronológica de acuerdo al establecimiento de las parcelas, resultando para el estado de Puebla como: UAAAN – ISP-000.

El estado de Puebla se dividió en cuatro regiones con el propósito de eficientar el trabajo, cada una de ellas atendida por un Ingeniero agrónomo responsable, coordinados por la dirección del proyecto.

En la región norte del estado se seleccionaron 33 muestras representativas de siete razas, una subraza y una mezcla varietal de maíz, estableciendo las parcelas de conservación *in situ* a partir del mes de marzo con semilla que el propio Custodio había seleccionado para la siembra y bajo el sistema establecido por el propio agricultor.

Sistemas de producción de los agricultores de la región norte de Puebla

Con el propósito de conocer los sistemas de producción de los custodios y el saber el por qué siguen sembrando su maíz después de tantos años, tantos que solo recuerdan que ya los sembraban sus abuelos y ellos les comentaban que ya los sembraban sus abuelos, se levantó una encuesta que contenía datos personales del

agricultor, sistema de producción, características agronómicas de la colecta, usos del maíz y ubicación del sitio de la colecta (latitud, longitud, altitud). Parte de la información se presenta en el Anexo 1.

El análisis de la información señala que las siembras se establecen bajo condiciones del temporal prevaeciente en la región, sin rotación de cultivos. Las prácticas culturales que realizan, mucho depende de la situación económica del agricultor y de la ubicación de la parcela que en ocasiones están en laderas con pendiente muy pronunciada que no permite realizar trabajos ni con tracción animal.

En el caso de barbechar el terreno, solo dos Custodios cuentan con tractor y el resto maquila el trabajo. La fertilización al cultivo es escasa o nula, algunos Custodios solo aplican uno o dos sacos de urea por hectárea (23 a 46 unidades) a la siembra o en el aporque, la mayoría incorpora los esquilmos de rastrojo a su terreno. El deshierbe generalmente es manual realizado por miembros de la familia previo a cosecha para facilitar la práctica.

La semilla utilizada para la siembra la obtienen de mazorcas seleccionadas en forma empírica en bodega, desgranando el centro de la mazorca antes o al momento de la siembra sin darle algún tratamiento, por lo que depositan de 2 a 4 semillas por mata, utilizando de 12 a 48 kg ha⁻¹ de semilla medida en cuartillo (1.5 kg) o almud (7 kg), lo que representa en promedio de 40,000 a 160,000 semillas por ha⁻¹, que en cosecha se ve muy reducida en el número de plantas ocasionado por problemas de germinación por semilla dañada, plagas y enfermedades en la semilla o en el suelo o daño por roedores y pájaros.

La cosecha la realizan en forma manual y puede ser de las siguientes formas:

- a) Cortando las plantas con mazorca, formando gavillas para formar posteriormente “mogotes” que favorecen el secado de mazorca que es separada para obtener el grano y la semilla y el rastrojo para alimento de ganado o vendido si hay excedentes.
- b) En parcelas establecidas en laderas con pendientes pronunciadas, cortan la mazorca que es trasladada en sacos a la bodega por el propio agricultor y personal que lo apoya. El rastrojo ya descompuesto sirve de abono a la siguiente siembra.
- c) Un número reducido de agricultores, corta la mazorca en la parcela, seleccionando la de mayor tamaño, sin daño en la hoja (totomoxtle), se traslada a la bodega, en donde una vez seca se separa cortando el totomoxtle por medio de una cuchilla en forma de disco y formando pacas para su comercialización para la obtención de celulosa para elaboración de papel

moneda o como envoltura de tamales (con las de menor calidad). La mazorca es desgranada para obtener semilla y grano para autoconsumo y venta.

En comunidades con altitudes inferiores a 500 msnm, establecen dos ciclos de siembra por año asociando al maíz en franjas con cacahuate, frijol o cilantro.

En parcelas de tamaño reducido, al presentarse fallas por germinación, siembran chile, frijol, calabaza y pápalo.

El uso de insecticidas para el control de plagas es muy reducido por el costo de los productos. En Pantepec, el propio Custodio prepara una solución con chile piquín seco y ajo molido y escamas de jabón de barra (zote) que disueltos en agua es aplicado al jilote para el control de gusano elotero (*Heliothis zea*) y cogollero. (*Spodoptera frugiperda*). El producto también es distribuido en la comunidad.

En post-cosecha se detectaron problemas en el almacenamiento de mazorca, grano y semilla, por la incidencia de plagas como gorgojo (*Sitophilus zea mais*), y palomilla (*Sitotroga Cerealella*), que en ocasiones vienen ya desde la parcela.

Principales usos del maíz

Los principales usos que dan a su maíz son el autoconsumo desde elote y gorditas con maíz fresco, tortillas, tamales, pinole para atoles, diferentes guisos y palomitas en el caso de maíz Palomero y Arrocillo, alimento para su ganado con grano entero, quebrado o molido y venta informal a vecinos en caso de excedentes.

El grano utilizado para alimento de ganado (porcino, equino, bovino y aviar) lleva un alto contenido de aflatoxinas por no separar mazorcas o granos infectados.

La hoja de la mazorca es utilizada o vendida para envolturas de tamales y en casos especiales comercializada para la obtención de celulosa.

El rastrojo es utilizado para alimento de ganado o incorporado a sus terrenos, carecen de maquinaria para formar pacas, en caso de venderlo lo hacen en forma de atados.

La semilla para siembra, es seleccionada en forma empírica por el propio Custodio diferenciándola por su color, textura, forma de la mazorca o grano, ciclo del cultivo y usos específicos.

Aspectos generales sobre las razas de maíz consideradas en este estudio

Wellhausen *et al.* (1951) estudiaron una vasta colección de variedades de maíz de México logrando su clasificación en base a estudios de sus características morfológicas externas, citológicas y fisiológicas.

De esta investigación se reportan a continuación aspectos generales de las razas de maíz, tema de este estudio.

De acuerdo a sus características, las razas de maíz de México fueron divididas en cinco grupos.

Razas indígenas antiguas: que incluyen las razas Palomero Toluqueño, Arrocillo amarillo, Chapalote y Nal-tel, son maíces reventadores o palomeros.

Razas exóticas precolombinas: se creó que fueron introducidas a México de Centro y Sudamérica, reconociendo dentro de éstas al Cacahuacintle, Harinoso de ocho, Oloton y Maíz dulce. **Razas mestizas prehistóricas:** se originaron por hibridación entre las razas de los dos primeros grupos derivándose ocho razas, entre ellas la raza Cónico, la sub-raza Elotes Cónicos, Olotillo y Tuxpeño. **Razas modernas incipientes:** desarrolladas desde la época de la conquista y que aun no han alcanzado condiciones de uniformidad racial, pero que poseen cierto número de características que hace que se distingan como una raza. Dentro de este grupo se localiza la raza Chalqueño. **Razas no bien definidas:** la información reunida no justifica su clasificación con un grado suficiente de seguridad.

Palomero

El nombre de Palomero Toluqueño es dado en la mesa central para los maíces reventadores con los que se elaboran “palomitas” o “rositas”. Debido a que esta raza se cultiva más en el valle de Toluca se le dio el nombre de Palomero Toluqueño.

Es una raza que se cultiva en altitudes elevadas que varían de 2,200 a 2,800 msnm. Esta raza está desapareciendo en su forma pura, siendo reemplazado por el maíz Cónico que es más productivo y se derivó de él. Aún cuando es un maíz reventador se utiliza muy poco para elaborar “palomitas” probablemente debido a su pobre calidad y a su poco valor para este propósito.

Se han reconocido dos sub-razas del Palomero Toluqueño; el Palomero Poblano y el Palomero Jalisciense. El Palomero Poblano se cultiva en altitudes menores (2,200 a 2,400) en las que se cultiva el Palomero Toluqueño, también difiere en que presenta granos más suaves y mas punteados.

El Palomero Jalisciense se ha encontrado en la región montañosa de Jalisco en altitudes de 2600 a 2700 m. es un poco más vigoroso, con un sistema radicular más fuerte y es de un período vegetativo mayor que el Palomero Toluqueño.

El maíz palomero presenta plantas cortas con pocos hijos, poco desarrollo radicular, su espiga es corta con grueso raquis central con pocas ramificaciones. La mazorca es corta o muy corta de forma cónica; número de hileras elevado; granos en forma de granos de arroz; pequeños, angostos y delgados, pero relativamente largos en proporción a su espesor, agudos formando un pico; el endospermo es muy cristalino.

Arrocillo

El maíz “Arrocillo” recibe su nombre por el tipo característico del grano. Se cultiva en altitudes de 1,600 a 2,000 msnm, pero se adapta a elevaciones un poco más bajas que el Palomero Toluqueño. Tiene un parentesco muy estrecho con el Palomero.

Es muy semejante a éste en todas las características internas de la mazorca, pero difiere en que tiene mazorcas, olote y raquis más delgados y granos más cortos.

El Arrocillo presenta mazorcas cortas y cónicas, granos del tipo reventador, pequeños, muy angostos y delgados, redondeados en forma de cuña; endospermo corneo; es prolífico, produce por lo regular dos o tres mazorcas por tallo.

Cacahuacintle

El nombre de la raza “Cacahuacintle” se creó que proviene del náhuatl “cacahuatl” que significa cacao y “cintle” maíz, o en otras palabras maíz con granos parecidos a las semillas frescas del cacao.

Al Cacahuacintle se le encuentra en altitudes de 2,000 a 2,800 msnm. Se creó que su origen es Sudamericano. Se asemeja al maíz harinoso de granos grandes, el Salpor de Guatemala, sus plantas son de altura media, precoces con poco ahijamiento, con pocas hojas; poco desarrollo radicular. Las espigas son cortas escasamente ramificadas. Las mazorcas son de longitud media, gruesa en la parte media con adelgazamiento gradual hacia el ápice. Granos de tamaño mediano a grande redondeados, lisos, endospermo suave harinoso. Una característica del Cacahuacintle es que la base de la mazorca está completamente cubierta por los granos. Su índice olote/raquis es el más elevado de todas las razas.

Cónico

El nombre de esta raza deriva de la característica más sobresaliente de las mazorcas que es su forma cónica. Se cultiva en altitudes que varían de 2,200 y 2,800 metros.

Es el cultivo de mayor importancia por su distribución en los diferentes estados del país. La raza Cónico se creó que surgió de la hibridación de Palomero Toluqueño por Cacahuacintle.

Sus plantas son cortas a intermedias, precoces con poco ahijamiento, con poco desarrollo radicular y con gran tendencia al acame.

Sus espigas son cortas con pocas ramificaciones. Sus mazorcas son cortas, cónicas con adelgazamiento pronunciado y uniforme de la base al ápice, granos medianos, largos en relación al ancho y grosor, con endospermo moderadamente duro a duro.

Elotes Cónicos

Es una sub-raza del Cónico, con excepción de la aleurona de color azul, pericarpio con color y endospermo amiláceo.

Estos maíces eloteros son semejantes al Cónico parecen haberse originado mediante una intervención genética muy fuerte del Cónico con un maíz Harinoso altamente pigmentado y el Cacahuacintle. Aun muestran algunas características del maíz Harinoso original, como la base de la mazorca casi completamente cubierta.

El pedúnculo de la mazorca es extremadamente pequeño o delgado y el desarrollo de los granos de la base de la mazorca, es característica que se acentúa en esta sub-raza.

Olotillo

Su nombre se deriva del náhuatl “Olote” con el subfijo diminutivo “illo”, es decir, maíz con olote delgado o chico. Se cultiva en altitudes de 300 a 700 m, sus planta son altas, periodo vegetativo largo, poco ahijamiento, número elevado de hojas, sus espigas son largas con el número más grande de ramificaciones que todas las razas.

Las mazorcas son largas, delgadas, cilíndricas; olote delgado y flexible con ocho a diez hileras, pedúnculo pequeño, granos anchos. El índice olote/raquis es elevado.

Tuxpeño

Su nombre deriva del nombre de la ciudad de Tuxpan Veracruz, que se encuentra en el centro de distribución de la raza. Se cultiva extensivamente desde el nivel del mar hasta los 500 metros de altura, encontrándose en el norte del país a elevaciones de 500 a 1,000 m. Es producto de la hibridación entre Olotillo y Tepecintle. El Tuxpeño es una de las razas más importantes desde el punto de vista de su influencia en las razas modernas agrícolamente productivas tanto de México como de Estados Unidos de Norteamérica, ha sido fuente de plasma germinal de los maíces dentados del sur

de Estados Unidos de Norteamérica. Sus plantas son altas, muy tardío, pocos hijos, numerosas hojas, anchas en relación a su longitud. Sus espigas son largas con numerosas ramificaciones. Con índice de condensación mediano. Sus mazorcas son de longitud mediana y larga, medianamente delgada, cilíndrica; granos anchos medianamente gruesos, de longitud mediana.

Chalqueño

Recibe su nombre de Chalco, municipio del estado de México, donde se cultiva extensivamente. Su adaptación varía de 1,800 a 2,300 metros. Sus plantas son medianas a muy altas, de 2 a 5 m, su periodo vegetativo es mediano de 5 a 6 meses; número reducido de hijos, número mediano de hojas, relativamente anchas y longitud mediana. Las espigas son largas, con pocas ramificaciones, con bajo porcentaje de secundarias y terciarias ausentes. Las mazorcas son de longitud mediana, gruesas con adelgazamiento brusco y uniforme de la base del ápice, granos medianamente angostos y delgados, largos con tendencia a ser punteados y con dentación mediana a fuerte, endospermo medianamente fuerte.

Características del área de estudio en el estado de Puebla

Puebla es una de las 32 entidades federativas de México. Se localiza en el centro oriente del territorio mexicano. Colinda al este con el estado de Veracruz, al poniente con los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala y Morelos y al sur con los estados de Oaxaca y Guerrero. Puebla no tiene salida al mar y presenta un relieve sumamente accidentado. El estado de Puebla está dividido en 217 municipios. (INEGI. 2010)

Superficie

Puebla tiene una extensión de 34, 306 (Km²), por ello ocupa el lugar 21 a nivel nacional.

Clima

El 35% de la superficie del estado presenta clima templado subhúmedo presente en la región central y sureste, el 25% presenta clima cálido subhúmedo en la parte norte y sureste, el 19% presenta clima seco y semiseco hacia el sur y centro oeste, el 14% presenta clima cálido húmedo localizado en el norte y sureste, el 7% presenta clima templado húmedo en la región norte y una pequeña área hacia el sureste, también se encuentra un pequeño porcentaje (0.2) de clima frío en la cumbre de los volcanes. (Figura 1).

La temperatura media anual del estado es de 17.5°C, la temperatura máxima promedio es de 28.5°C y se presenta en los meses de abril y mayo, la temperatura

mínima promedio es de 6.5°C durante el mes de enero. La precipitación media estatal es de 1 270 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre. Las áreas agrícolas en la entidad se encuentran principalmente en las regiones con clima templado subhúmedo, el maíz aún es el cultivo principal; también se produce cacahuate, papa, ajo y frijol, entre otros. Las frutas son: manzana, perón, aguacate, café y naranja.



Figura 1. Climas que predominan en el estado de Puebla. (INEGI.2010)

Hidrografía

El sistema hidrográfico de Puebla está constituido por tres vertientes; la interna, la del Golfo y la del Pacífico. La vertiente del Pacífico está formada por el río Atoyac, originado por los deshielos corrientes del Halos, Telapón y Papagayo, los del Iztacihuatl, que descienden por la parte oriente, y del río Zahuapan, que se origina en Tlaxcala. Recibe como afluentes a los ríos Acateno, Atila, Amacuzac, Molinos y Cohetzala. Cruza los límites de Cholula, Puebla y Tecali; en el Cañón del Diablo forma la presa de Valsequillo o Manuel Avila Camacho. Aquí recibe las aguas de los ríos Alseseca, Laxamilpa (Tepexi), Acatlán, (Chiautla), Mixteco (Estado de Guerrero), Tlapaneco (Coatzingo) y Huehuetlán fuera del territorio las del Nexapa, cuya corriente se debe a la gran cantidad de manantiales que recibe el Popocatepetl. En la vertiente interna están los ríos Tlapanala, Valiente y Quetzolapa en el este, y en el oeste Capulines, Cuautlapanga, río Frío, Calcingo, Tlahuapan, Huepalco, San Matías, San Lucas el Verde, Santa Elena, Temizac, Zopanac, Chahuac, Prieto, Cuautlanapa y Atzala.

A la vertiente del Golfo pertenecen los ríos: Pantepec, Cazonas, Necaxa, Laxaxalpan, San Pedro o Zun, Zempoala, Apulco, Cedro Viejo, Salteros y Martínez de la Torre, ubicados en la región septentrional. A la región oriental pertenecen los ríos Huetzilapan y Tilapa. Por último, a la región sudoriental los ríos Tonto, Petlapa, Tehuacán y Hondo.

Adicionalmente, en el Estado existen numerosos manantiales. Cabe mencionar, los de aguas termales con propiedades medicinales, como los de Chignahuapan, Agua Azúl, Amalucan, Cisnaquillas y Rancho Colorado.

Existen también, en la entidad, manantiales de aguas minerales, como son: Garcicrespo, Almoloya, San Lorenzo y Axocopan. Así mismo, entre las lagunas importantes podemos citar Chapulco, San Bernardino, Lagunas Epatlán, Ayutla, Almoloyan, Alchichica, Pahuatlán, Las Minas, Aljojuca, Tecuitlapa, Chiautla, Quechola y San Felipe Xochitlán. Así como las presas hidroeléctricas de Necaxa y Mazatepec.

Aspectos generales de los municipios de la región norte de Puebla, considerados en el estudio

La región presenta gran variedad de climas por lo accidentado de su topografía. Al cultivo de maíz se le encuentra desde altitudes cercanas al nivel del mar, hasta altitudes superiores a los 2900 m en zonas boscosas con clima frío y alta humedad relativa.

La siguiente información fue obtenida de La enciclopedia de los municipios de México.1999.

Atempan

El nombre proviene del náhuatl cuyas raíces son: Atl-agua, Tentli-orilla y pan-sobre o en, lo que forma el significado de “en la orilla del río”.

El municipio de Atempan se localiza en la parte noreste del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos 19⁰46'48" y 19⁰50'48" de latitud norte y los meridianos 97⁰23'18" y 97⁰26'42" de longitud oeste. Colinda al norte con Teteles de Ávila Castillo, sur y oeste con Tlatlauquitepec y este con Chignautla.

El municipio se localiza en las zonas de clima templado de la sierra norte, presenta clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano.

Chignahuapan

El significado del nombre de la población proviene del náhuatl, xictli, ombligo; ohtli-camino; tepetl, cerro y c, en; que quiere decir “camino en el ombligo del cerro”

Se localiza en la parte norte del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19⁰39'42" y 19⁰58'48" de latitud norte y los meridianos 97⁰57'18" y 98⁰18'06" de longitud oeste. Colinda al norte con Zacatlán, al sur con el estado de Tlaxcala, al este con Zacatlán y Aquixtla y al oeste con el estado de Hidalgo.

Climas: semifrío subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual entre 5 y 12⁰C y templado subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual entre 12 y 18⁰C.

En ambos climas la temperatura del mes más frío fluctúa entre -3 y 18⁰C; precipitación del mes más seco menor de 40 milímetros; la precipitación invernal con respecto a la anual es entre 5 y 10.2%.

Francisco Z. Mena

El original Metlaltoyuca es vocablo mexicana, compuesto de “metatl”, metate; “ton” apócone de tontli, diminutivo; “yotl yutl”, indica el ser de la cosa, y “can”, lugar; cuyo significado total es “lugar lleno de metatitos”.

Se localiza en la parte norte del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos 20⁰33'00" y 20⁰50'18" de latitud norte y los meridianos 97⁰41'00" y 97⁰57'24" de longitud oeste. Colinda el norte, este y oeste con el estado de Veracruz, al sur con Pantepec y Venustiano Carranza.

Presenta tres tipos de clima:

Clima cálido con lluvias todo el año, temperatura media anual de 22°C y la del mes más, frío de 18°C el porcentaje de lluvias mensual es menor.

Clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, la media anual mayor a 22°C, precipitación del mes más seco menor de 60 mm.

Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano temperatura media anual 22°C, la precipitación del mes más seco es de 60 mm.

Pantepec

El nombre proviene del náhuatl “pantli”, representado por una bandera encima de un cerro y “tepec”, que significa “encima del cerro”.

Se localiza en la parte norte del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos 20°28'53" y 20°38'48", de latitud norte y los meridianos 97°45'42" y 97°47'06" de longitud oeste. Colinda al norte con los municipios de Francisco Z. Mena, al sur con Jalpan, al este con Venustiano Carranza y al Oeste con el estado de Hidalgo.

Se identifican dos climas:

Cálido húmedo con lluvias todo el año.

Cálido subhúmedo con abundante lluvia en verano.

Tenampulco

Nombre compuesto de “tenamitl”, muralla o cantil; “pol”, aumentativo, y “co”, en: que significa “en la muralla grande o donde hay altos cantiles”.

Se localiza en la parte noreste del estado de Puebla. Sus coordenadas son los paralelos 19°08'30" y 20°14'54" de latitud norte y los meridianos 97°20'00" y 97°30'00" de longitud oeste.

Colinda al norte con el estado de Veracruz, al este con Hueytamalco y Ayotoxco de Guerrero, al sur con Cuetzalan del progreso y al oeste con Jonotla.

Se localiza en la zona de los climas cálidos del declive del golfo; presentando un solo clima: cálido – húmedo con abundantes lluvias en verano.

Tetela de Ocampo

El significado proviene del náhuatl; tetl, cerro; tla, partícula abundancial, que quiere decir “abundancia de cerros” o “donde hay teteles”, o sea montículos que contienen tesoros enterrados.

Se localiza en la parte norte de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 19⁰43'00" y 19⁰57'06" de latitud norte y los meridianos 97⁰38'42" y 97⁰54'06" de longitud oeste. Colinda al norte con Cuautempan y Tepetzintla, al sur con Ixtacamaxitlán, al este con Xochiapulco y Zautla, al oeste con Aquixtla, Zacatlán e Ixtacamaxitlán.

Se ubica dentro de las zonas de climas templados de la sierra norte; conforme se avanza de sur a norte, se incrementa la humedad, identificándose los siguientes climas:

Templado subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual entre 12 y 18⁰C; precipitación del mes más seco menor de 40 milímetros; porcentaje de precipitación invernal con respecto a la anual menor de 5. Cubre una amplia franja del centro.

Templado húmedo con lluvias todo el año; temperatura media anual entre 12 y 18⁰C; temperatura del mes más frío entre -3 y 18⁰C; precipitación del mes más seco mayor de 40 milímetros; porcentaje de precipitación de lluvia invernal con respecto a la anual, menor de 18.

Semicálido subhúmedo con lluvias todo el año; temperatura media anual mayor de 18⁰C; temperatura del mes más frío entre -3 y 18⁰C

Xicotepec

El nombre proviene del náhuatl “xico”, jicote, abejorro; “tepec”, lugar; en conjunto significa “lugar de jicotes”.

Se localiza en la parte noreste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 20⁰14'18" y 20⁰26'12" de latitud norte y los meridianos 97⁰45'00" y 98⁰03'06" de longitud oeste. Colinda al norte con Jalpan, al sur con Juan Galindo y Zihuateutla, al oeste con Zihuateutla y al este con Tlacuilotepec.

En el municipio se presenta la transición de los climas templados de la sierra norte, a los cálidos del declive del golfo; se identifican dos climas:

Semicálido subhúmedo con lluvias todo el año.

Cálido- húmedo con lluvias todo el año.

Zacatlán

El nombre se origina del náhuatl “zacatl”, paja, zacate; “tlán”, lugar, abundancia; en conjunto significa “donde abunda el zacate”.

Se localiza en la parte noreste del estado, sus coordenadas geográficas son los paralelos $19^{\circ}50'06''$ y $20^{\circ}08'12''$ de latitud norte y los meridianos $97^{\circ}51'06''$ y $98^{\circ}12'36''$, de longitud oeste. Colinda al norte con Chiconcuautla y Huachinango, al sur con Aquixtla y Chignahuapan, al este con Ahuacatlán, Tepetzintla y Tetela de Ocampo y al oeste con Ahuazotepic y el estado de Hidalgo.

Se localiza dentro de las zonas de los climas templados; presenta un incremento de humedad conforme se avanza de sur a norte; se identifican los siguientes climas:

Templado subhúmedo, con lluvias en verano.

Templado húmedo, con lluvias en verano.

Semicálido subhúmedo con lluvias todo el año.

Zaragoza

Proviene de las voces náhuatl “talla”, tierra, y “chauitl”, llover; “yan”, lugar, en conjunto quiere decir “lugar donde llueve”.

El nombre de Zaragoza fue dado por los fundadores de la población, originarios de Zaragoza, España.

Se localiza en la parte noreste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos $19^{\circ}43'18''$ y $19^{\circ}49'54''$ de latitud norte $97^{\circ}32'36''$ y $97^{\circ}35'42''$ de longitud oeste. Colinda al norte con Zacapoaxtla, al sur con San Miguel Tenextatiloyan, al este con Teziutlán, y al oeste con Ixtactenango.

El municipio se localiza en la zona de los climas templados de la sierra norte; presenta tres climas:

Semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Se presenta en la zona montañosa del sureste.

Templado subhúmedo con lluvias en verano. Se presenta en un área reducida del suroeste del municipio.

Templado subhúmedo con lluvias en verano. Es el clima predominante.

MATERIALES Y METODOS

Razas de maíz de la región norte de Puebla consideradas en el estudio

En el estudio fueron consideradas 33 poblaciones de la región norte de Puebla clasificadas en siete razas, una sub raza y una mezcla varietal (MV), su relación y municipio de procedencia se presentan en el Cuadro:1

Cuadro 1. Relación de razas de maíz de la región norte de Puebla.

Clave: UAAAN	Municipio	Raza	Color de Grano
ISP-034	Tetela de Ocampo	Palomero	Blanco
ISP-038	Atempan	Palomero x Arrocillo	Blanco
ISP-053	Atempan	Arrocillo x cónico	Blanco
ISP-005	Chignahuapan	Cacahuacintle	Blanco
ISP-016	Zacatlán	Cónico	Blanco
ISP-108	Zacatlán	Cónico Ocho hileras	Blanco
ISP-109	Zacatlán	Cónico	Blanco
ISP-017	Zacatlán	Cónico	Amarillo
ISP-018	Zacatlán	Cónico	Amarillo-Rojo
ISP-019	Tetela de Ocampo	Cónico	Amarillo-Rojo
ISP-036	Tetela de Ocampo	Cónico	Amarillo
ISP-052	Chignahuapan	Cónico	Amarillo
ISP-148	Chignahuapan	Cónico	Amarillo
ISP-002-1	Chignahuapan	Elotes Cónicos	Azul
ISP-002-2	Chignahuapan	Elotes Cónicos	Azul
ISP-003	Chignahuapan	Elotes Cónicos	Azul
ISP-037	Zaragoza	Elotes Cónicos	Azul
ISP-107	Zacatlán	Elotes Cónicos	Azul
ISP-114	Xicotepec	Elotes Cónicos	Azul
ISP-116	Xicotepec	Elotes Cónicos	Azul
ISP-112	Xicotepec	Tuxpeño	Blanco
ISP-115	Xicotepec	Tuxpeño	Blanco
ISP-118	Francisco Z. Mena	Tuxpeño	Blanco
ISP-150	Tenampulco	Tuxpeño	Blanco
ISP-173	Tenampulco	Tuxpeño	Blanco
ISP-035	Tetela de Ocampo	Olotillo	Blanco
ISP-110	Xicotepec	Olotillo	Blanco
ISP-111	Xicotepec	Olotillo	Blanco
ISP-113	Xicotepec	Olotillo	Blanco
ISP-117	Xicotepec	Olotillo	Blanco
ISP-149	Tenampulco	Olotillo	Guinda
ISP-004	Chignahuapan	Chalqueño	Blanco
ISP-120	Pantepec	MV.	Blanco

Evaluación directa en parcelas de conservación *in situ*

Ciclo agrícola 2008

Se establecieron 33 parcelas de conservación *in situ* con semilla seleccionada empíricamente por el Custodio en bodega, bajo condiciones de temporal y las prácticas culturales tradicionales del agricultor (Anexo 1).

Ciclo Agrícola 2009

Con semilla seleccionada directamente en las parcelas (selección masal) y beneficiada, se establecieron 33 parcelas modificando algunas prácticas agrícolas como son menor cantidad de semilla a la siembra deshierbes y cultivos oportunos y control de plagas en su caso con asesoría de los técnicos del proyecto.

En cada ciclo, se efectuó la evaluación en cada parcela, realizando tres muestreos aleatorios en 10 metros lineales, obteniendo el área de cosecha (m²) en función de la distancia entre surcos (m). La evaluación de las variables estudiadas se efectuó bajo el diseño Bloques completamente al Azar.

La ubicación de las parcelas se reporta en el Cuadro 2

Cuadro 2. Ubicación de las parcelas de conservación *in situ*

Municipio	Clave UAAAN	Latitud N	Longitud O	Altitud (msnm)
Atempan	ISP-038	19 48 55	97 26 45	2084
	ISP-053	19 50 16	97 27 09	1967
Chignahuapan	ISP-002-1	19 51 41	98 04 14	2400
	ISP-002-2	19 43 48	98 04 36	2610
	ISP-003	19 43 48	98 04 36	2610
	ISP-004	19 43 49	98 03 56	2560
	ISP-005	19 43 49	98 03 56	2560
	ISP-052	19 52 46	98 04 55	2556
	ISP-148	19 54 18	98 04 37	2483
Francisco Z. Mena	ISP-118	20 39 43	97 50 52	170
Pantepec	ISP-120	20 30 14	97 53 19	202
Tenampulco	ISP-149	20 13 05	97 24 15	192
	ISP-150	20 13 05	97 25 37	196
	ISP-173	-	-	-
Tetela de Ocampo	ISP-019	19 49 14	97 51 28	1805
	ISP-034	19 50 37	97 54 52	2841
	ISP-035	19 48 47	97 53 07	1940
	ISP-036	19 58 47	97 53 06	1940
Xicotepec	ISP-110	20 17 15	97 00 06	860
	ISP-111	20 17 15	97 00 06	860
	ISP-112	20 25 48	97 47 02	177
	ISP-113	20 25 50	97 46 54	173
	ISP-114	20 25 52	97 46 31	174
	ISP-115	20 25 46	97 46 02	163
	ISP-116	20 25 42	97 46 52	178
	ISP-117	20 14 52	98 00 38	1350
Zacatlán	ISP-016	19 58 33	97 58 24	2177
	ISP-017	19 58 28	97 58 29	2176
	ISP-018	19 57 48	97 58 55	2258
	ISP-107	19 58 14	97 58 17	2150
	ISP-108	19 57 24	98 01 02	2531
Zaragoza	ISP-109	19 57 24	97 59 27	2395
	ISP-037	19 45 51	97 32 57	2338

Ensayo de rendimiento de las poblaciones. Ciclo agrícola 2009

En el mismo ciclo agrícola 2009 en el rancho La Providencia en el municipio de san Nicolás Buenos Aires, del mismo estado de Puebla se estableció un ensayo de rendimiento con las 33 poblaciones en comparación con 10 testigos, criollos regionales comerciales de diferentes regiones del estado de Puebla. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Relación de poblaciones criollas utilizadas como testigos.

Municipio	Tipo de Maíz	No. de Testigos
Oriental	Chalqueño	T ₁
San Nicolás Buenos Aires	Elotes Cónicos Mejorado	T ₂
Tenampulco	Tuxpeño	T ₃
Serdán	Cónico Amarillo	T ₄
Atlixco	Elotes Cónicos	T ₅
Atlixco	Cónico Blanco	T ₆
Mixteca Baja	Elotes Cónicos	T ₇
Mixteca Alta	Cónico Blanco	T ₈
Atempan	Arrocillo Amarillo	T ₉
Zacatlán	Cónico Amarillo	T ₁₀

Características del sitio de evaluación

El municipio de San Nicolás Buenos Aires se localiza en la parte centro-este del estado de Puebla, presenta dos tipos de climas: templado subhúmedo con lluvias en verano ocupa la parte meridional del municipio y semiseco templado con lluvias en verano se presenta en la parte septentrional del municipio. La localidad en donde se estableció el ensayo de rendimiento fue en el Rancho La Providencia con la siguiente ubicación (Cuadro 4.)

Cuadro 4. Ubicación geográfica de la parcela de evaluación.

Municipio	Localidad	Latitud	Longitud	msnm
San Nicolás Buenos Aires	Rancho la Providencia	19 ⁰ 10' 34"	97 ⁰ 32' 16"	2397

Características del ensayo de rendimiento

Las características del ensayo de rendimiento se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Características del ensayo de rendimiento establecido en el Rancho La providencia en el municipio de San Nicolás Buenos Aires 2009.

Diseño	Bloques al Azar
Localidad	Rancho la Providencia
Fecha de Siembra	Marzo 22 de 2009
Régimen hídrico	Riego
No. De tratamientos	42
Poblaciones	32
Testigos	10
No. de repeticiones	2
No. de surcos por parcela	2
No. de matas por surco	17
Longitud de surco (m)	4.80
Distancia entre surcos (m)	0.82
Distancia entre matas (m)	0.30
Plantas por mata: sembradas	2
Aclaradas	1
Fertilización inicial	82-92-60
complementaria	98-00-00
Total	180-92-60
Densidad de población (ptas. ha ⁻¹)	43,191

La parcela recibió un barbecho, dos rastras y surcado con tractor, realizando la siembra con sembradores manuales.

Los fertilizantes utilizados fueron Urea, Fosfato diamónico (DAP) y Cloruro de Potasio. A la siembra se aplicó Furadán 5G al suelo para el control de plagas del suelo y Gesaprim con el adherente Bionex para control de malezas.

Durante el desarrollo del cultivo se controlaron con insecticidas, la incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), gusano elotero (*Heliothis zea*) y Pulgón (*Rhopalosiphum maidis*).

La siembra se realizó en tierra venida, proporcionando riegos cada 20-25 días de acuerdo a las necesidades del cultivo.

Toma de datos agronómicos

Los datos agronómicos de las poblaciones bajo evaluación tanto en las parcelas de los productores (conservación *in situ*) como en el ensayo de rendimiento fueron los siguientes:

Fecha de siembra

Días a floración masculina y femenina

Altura de planta y mazorca (m)

Número de plantas y mazorcas cosechadas.

En función del número de plantas cosechadas:

Acame de raíz y tallo (%)

Fusarium spp. en planta (%)

Mala cobertura en mazorca (%)

En función del número de mazorcas cosechadas:

Mazorcas podridas (%)

Fusarium spp. en mazorca (%)

Uniformidad de planta y mazorca: escala 1-5, donde: 1 mayor uniformidad, 5 mayor variabilidad.

Número de mazorcas por 100 plantas

Peso de campo (PC.): peso de mazorcas cosechadas (kg)

Contenido de humedad en grano (%)

Rendimiento de mazorca (ton ha^{-1} al 15.5% de humedad)

Procedimiento para obtener el rendimiento de mazorca en ton ha^{-1} al 15.5% de humedad.

1. Una vez obtenido el PC de mazorcas en kg se desgrana una parte de cada una de las mazorcas y se toma una muestra de acuerdo al determinador de humedad Dicky-jonh (en este caso) y se determina la humedad (%).

2.- Se obtiene el peso seco (PS) de las muestras para uniformizarlas, restando a uno (1) el contenido de humedad (H) y multiplicando éste por el (PC)

$$PS = (1-H) \times PC$$

Donde:

PS= Peso seco de la muestra

H= Contenido de humedad en base a 1

PC= Peso de campo de la muestra

3.-Debido a que fueron mínimas las fallas de plantas por parcela, se realizó un ajuste por fallas utilizando la siguiente fórmula:

$$FCF = \frac{P - 0.3(F)}{P - F}$$

Donde:

FCF= Factor de corrección por fallas

P= Número perfecto de plantas por parcela

F= Número de fallas en la parcela en base al número perfecto de plantas

0.3= Constante para corregir la falta de competencia de plantas en cosecha

4. El rendimiento de mazorcas (y grano en su caso) en ton ha⁻¹ al 15.5% de humedad, se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = PS \times FCF \times FC$$

El factor de conversión (FC) se obtiene con la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{10,000\text{m}^2}{APU \times 1000 \times 0.85}$$

Donde:

FC = Factor de conversión a ton ha⁻¹ de mazorca al 15.5% de humedad

10,000 = Constante para obtener el rendimiento por ha.

APU = Área de parcela útil, derivada de la distancia entre surcos (m) por la distancia entre plantas (m) por el número perfecto de plantas

1,000 = Constante para obtener el rendimiento en toneladas

0.845 = Constante para reportar el rendimiento al 15.5% de humedad

Análisis estadísticos

Los datos agronómicos de las poblaciones evaluadas en las parcelas de conservación *in situ* en los ciclos 2008 y 2009, fueron analizados bajo el diseño de Bloques completamente al azar con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

μ = Media general del carácter en estudio.

t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Efecto del error experimental.

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos)

$j = 1, 2, \dots, r$ (repeticiones)

Los datos agronómicos del ensayo establecido en 2009 en el rancho La Providencia del municipio de San Nicolás Buenos Aires, Puebla, se analizaron bajo el diseño Bloques al azar con dos repeticiones bajo el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = observaciones de i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

μ = efecto de la media general.

α_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = efecto de la j -ésima repetición

ε_{ij} = efecto del error experimental

La eficiencia de la conducción de los experimentos se calculó por medio del coeficiente de variación en cada una de las variables consideradas mediante la siguiente fórmula:

$$C. V. (\%) = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

C.V. = Coeficiente de variación

CMEE. = Cuadrado medio del error experimental

\bar{X} = Media general de tratamientos

100 = Constante para expresar el C.V. En porcentaje

La comparación de medias en cada una de las variables, se realizó bajo la prueba de rango múltiple diferencia mínima significativa (DMS.), mediante la siguiente fórmula:

$$DMS = t(\alpha, gl\ ee) (2CMEE/r)^{1/2}$$

Donde:

$t(\alpha, gl\ ee)$ = valor de tablas del error experimental

CMEE = cuadrado medio del error experimental

r = número de repeticiones

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ciclo agrícola 2008

En el ciclo agrícola p-v 2008, se establecieron 33 parcelas distribuidas en nueve municipios del estado de Puebla, con altitudes que variaron de 163 a 2,841 msnm. Las parcelas correspondieron a maíces de la raza Palomero (2), Arrocillo (1), Cacahuacintle (1), Cónico blanco y amarillo (9), Tuxpeño (5), Olotillo (6), y Chalqueño (1). La sub- raza Elotes Cónicos (7) y una cruce de Cónico x Chalqueño. Las condiciones de las parcelas fueron bajo el temporal prevaleciente en las diferentes regiones y bajo el sistema de producción de cada agricultor. (En lo sucesivo se denominará a este ciclo como 2008T).

La evaluación solo fue posible realizarla en 19 parcelas debido a las condiciones climáticas como heladas y fuertes vientos que obligaron al agricultor a cosechar antes de la evaluación. Los análisis de varianza de cinco variables estudiadas se reportan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Cuadrados medios y sus significancias, coeficientes de variación de las variables estudiadas. 2008 T

Fuente de variación	GL	Calificación ¹⁾ (1-5)		Maz.x100 Plantas	Rendimiento ²⁾	
		Pta.	Maz.		Maz.	Grano
Tratamientos	18	1.387916	2.044837**	989.309021**	10.33102**	8.506866**
Error	38	0.157895	0.14035	174.138977	1.16122	0.990948
C.V. (%)		13.17	13.02	15	32.84	35.08
\bar{X}		3	3	87	3.279	2.837

¹⁾ (1 muy uniforme, 5 muy variable); ²⁾ Ton ha⁻¹ al 15.5% de humedad; ** Altamente significativo al 0.01 de probabilidad

Se observa que calificación de mazorca, prolificidad y rendimiento de mazorca y grano presentaron alta significancia, lo que muestra la variabilidad existente entre los materiales. En calificación planta, no hubo diferencias, presentando una media de tres, lo que muestra que hay variación regular en las poblaciones. Los coeficientes de variación presentaron valores de 13.02 a 35.08%, que se consideran confiables de acuerdo a las diferencias en las prácticas agrícolas que los productores realizan y a las diferencias entre los ambientes de evaluación. La concentración de medias de las variables evaluadas se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Concentración de medias de las variables estudiadas. 2008 Temporal

Clave	Días a flor.		Altura (cm)		Índice Inserc. Maz. (%)	Acame (%)		Mala	Mazor.	Fusarium.	Cali (1-5) ¹⁾		Maz. x 100	Rendimiento ²⁾		Densidad
	Uaaan	Masculina	Femenina	Pta.		Maz.	Raíz				Tallo	Cob. (%)		Pod. (%)	Maz. (%)	
ISP-053	123	125	378	293	77	27	24	0	3	2	3	2	82	7.044	6.290	76,190
ISP- 016	109	111	215	126	58	31	13	4	16	4	3	2	90	5.833	4.960	54,167
ISP- 038	120	123	311	204	65	15	20	2	15	0	3	3	85	5.040	4.660	67,777
ISP- 004	120	123	230	148	64	55	9	14	8	4	3	2	107	5.000	4.496	45,833
ISP- 107	140	143	258	137	54	28	21	6	2	2	3	2	99	4.690	4.060	42,083
ISP- 109	135	137	290	169	58	14	7	0	1	1	3	2	86	4.016	3.708	55,419
ISP-002-1	105	108	221	136	62	42	5	1	13	3	2	3	73	4.000	3.360	61,250
ISP- 034	125	128	182	100	55	20	28	0	2	0	3	3	109	3.890	3.390	59,048
ISP- 018	129	131	294	151	51	8	7	2	8	10	3	2	89	3.846	3.164	38,750
ISP- 019	122	126	334	235	70	66	22	11	13	8	4	3	86	3.350	2.944	64,287
ISP- 173	72	74	305	168	55	0	9	0	15	7	2	2	103	3.202	2.755	27,667
ISP- 108	130	132	281	169	60	17	10	0	8	22	2	3	114	3.073	2.730	48,333
ISP- 017	140	142	287	152	53	31	16	0	13	9	3	2	77	2.698	2.214	38,750
ISP-115	75	77	284	169	58	13	3	0	6	7	2	3	97	2.210	1.765	23,333
ISP- 114	72	75	254	146	57	26	3	0	11	8	3	3	98	1.500	0.983	21,667
ISP-148	140	143	248	125	50	25	21	0	23	13	3	3	93	1.433	1.282	36,667
ISP- 120	92	94	280.	161	57	13	8	0	25	10	2	4	89	0.709	0.471	23,333
ISP-002-2	139	142	199	197	98	16	10	1	18	20	3	3	37	0.498	0.447	40,833
ISP- 118	-	-	-	-	-	23	31	0	20	14	5	5	58	0.282	0.224	16,944
\bar{x}	116	119	269	166	61	24	14	2	11	7	3	3	87	3.279	2.837	44.333
DMS													0.881	29.338	2.391	2.2087

¹⁾ (1 muy uniforme, 5 muy variable); ²⁾ ton ha⁻¹ al 15.5% de humedad.

Se observa que la densidad de población de plantas al momento de cosecha varió de 16,944 a 76,190 ptas. ha⁻¹ con una media de 44,333. El rendimiento promedio de mazorca fue de 3.279 ton ha⁻¹ que fue superada por 10 poblaciones correspondiendo al primer lugar a ISP-053 que fue el superior con 7.044 ton ha⁻¹ (Arrocillo x Cónico) con el mayor número de plantas ha⁻¹, presentando las mayores alturas de plantas y mazorca y por lo tanto mayor inserción de la mazorca (77.49%). El segundo lugar lo ocupó ISP-016 (Cónico ocho hileras), con un rendimiento de 5.833 ton ha⁻¹ ISP-038 (Palomero x Arrocillo) ocupó el tercer lugar con 5.040 ton ha⁻¹ seguidos por ISP-004(Chalqueño) con altos porcentajes de acame de raíz y mala cobertura de mazorca y el ISP-107 (Elotes Cónicos) con aceptable índice de inserción pero con altos acames de raíz y tallo. En general el principal problema es el acame de raíz y tallo. Las poblaciones con mayor precocidad presentaron características aceptables, sin embargo sus rendimientos son bajos al igual que su densidad de población.

Ciclo agrícola 2009

En el ciclo agrícola 2009 las mismas 33 poblaciones se evaluaron bajo condiciones de temporal, los cultivos se vieron principalmente afectados por las condiciones del clima, presentándose periodos prolongados de sequía, lo que ocasionó incluso pérdida total de parcelas, logrando la evaluación de solo 24 poblaciones, reduciéndose el número de variables estudiadas por variación en la respuesta de las plantas, como la floración y la uniformidad. El número de mazorcas en base a la densidad de plantas se redujo considerablemente, presentando una media de 71 mazorcas en 100 plantas, reflejándose lo anterior en los rendimientos de mazorca y grano (en esta variable solo se obtuvieron los datos en 15 poblaciones por pérdida de datos).

En el Cuadro 8. Se presentan los cuadrados medios y su significancia para tres variables, mazorca x 100 plantas y rendimiento de mazorca en 24 poblaciones y rendimiento de grano en 15 poblaciones, presentándose diferencias estadísticas, lo que muestra variabilidad entre las poblaciones. Los coeficientes de variación presentan valores relativamente altos, ocasionados principalmente por las condiciones tan diferentes de las parcelas (sistemas de producción) y condiciones climáticas del ciclo agrícola.

Cuadro 8. Cuadrados medios y su significancia para las variables estudiadas en 2009 bajo condiciones de temporal.

Fuentes de variación	Rendimiento ¹⁾			Rendimiento ¹⁾	
	GL	MAZ.X 100 PTAS	Mazorca	GL	Grano
Tratamientos	23	596.396729*	4.215459**	14	4.169133**
Error	48	228.569016	0.669356	30	0.823502
C.V. (%)		21.06	33.15		39.93
\bar{X}		71	2.468		2.290

¹⁾ Ton ha⁻¹ al 15.5% de humedad, * significativo y ** Altamente significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

En el Cuadro 9. se presenta la respuesta de las variables estudiadas. El rendimiento promedio de mazorca fue de 2.467 ton ha⁻¹, siendo superada por 10 poblaciones, sobresaliendo ISP-036 (Cónico) con 4.875 ton ha⁻¹, con la mayor densidad de población, con el mayor porcentaje de acame de raíz y 65 mazorcas por 100 plantas. ISP-053 que en el año 2008 presentó el mayor rendimiento de mazorca, en este ciclo solo rindió 3.570 ton ha⁻¹ con la mayor altura de planta (415 cm) y con 62 mazorcas por 100 plantas ocupando el sexto lugar, pero estadísticamente forma parte del primer grupo de acuerdo a la prueba de DMS.

Ensayo de rendimiento de las poblaciones en el ciclo agrícola 2009 bajo condiciones de riego

La evaluación en el ciclo agrícola 2009 bajo condiciones de riego, a una densidad de población uniforme de 43,191 ptas. ha⁻¹ aplicando una dosis de fertilización de 180-92-60 en el Rancho la Providencia, en el municipio de San Nicolás Buenos Aires en el mismo estado de Puebla, permitió analizar, bajo el diseño de Bloques al azar con dos repeticiones a 32 poblaciones, en comparación con 10 testigos, siendo eliminados dos de ellos por falta de adaptación. En el Cuadro 10 se reportan los cuadrados medios y sus significancias para seis variables analizadas, observando que en la fuente de tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas en todas las variables a excepción de mazorcas por 100 plantas que fue significativa, lo que muestra la variabilidad existente entre las poblaciones. La fuente Boques no mostró significancia, lo que señala que el experimento fue conducido adecuadamente. Los coeficientes de variación presentaron valores de 5.04 para floración femenina a 27.18% para rendimiento de mazorca que se consideran aceptables.

Cuadro 9. Concentración de medias de las variables estudiadas 2009 temporal

Clave UAAAN	Altura (cm)		Acame (%)		mala	Maz.	Fusarium.	Maz.	Rendimiento ton ha ⁻¹		Densidad
	Pta.	Maz.	Raíz	Tallo	Cob. (%)	Pud. (%)	Maz. (%)	x 100 ptas.	Maz.	Grano	ptas.ha ⁻¹
ISP-036	296	221	70	8	8	12	5	65	4.875	4.236	92,857
ISP-017	294	184	14	9	4	5	6	82	4.318	3.777	33,333
ISP-109	162	178	9	8	3	0	0	78	4.264	3.819	49,583
ISP-110	275	161	20	7	12	21	0	90	4.054	-	32,857
ISP-004	221	149	6	14	3	7	1	60	3.590	3.230	76,190
ISP-053	415	300	1	2	10	8	4	62	3.570	3.190	79,444
ISP-108	246	159	18	14	2	3	1	71	3.351	2.967	50,952
ISP-107	280	188	19	11	8	20	7	58	3.179	-	51,905
ISP-117	-	-	16	8	5	6	3	80	2.631	-	49,583
ISP-019	318	218	7	37	17	19	8	88	2.556	2.251	45,000
ISP-148	161	82	1	4	3	34	14	64	2.465	-	60,476
ISP-173	299	166	1	2	0	11	5	76	2.233	1.950	24,666
ISP-120	254	141	6	2	6	13	5	81	2.149	-	30,000
ISP-115	286	179	0	0	7	11	8	96	2.125	-	17,381
ISP-002-2	155	74	7	12	0	9	1	57	2.021	1.770	41,429
ISP-002-1	224	156	17	4	10	7	7	69	1.879	1.655	40,833
ISP-038	412	297	8	4	15	9	1	62	1.696	1.537	42,500
ISP-052	171	95	28	11	15	20	6	73	1.650	-	33,750
ISP-150	301	213	0	0	23	13	7	100	1.566	1.271	14,333
ISP-003	156	80	0.8	2	4	9	3	47	1.173	0.924	54,762
ISP-116	247	151	0	0	2	3	0	85	1.108	-	21,944
ISP-114	294	184	33	18	12	8	1	60	0.985	-	23,095
ISP-113	287	166	3	0	0	21	29	53	0.944	0.814	19,524
ISP-018	255	167	2	10	0	14	4	58	0.849	0.968	30,000
\bar{x}	261.55	170	11	7	7	11	5.25	71	2.467	2.290	40,286
DMS								24.845	1.794	2.038	

Cuadro 10. Cuadrados medios y su significancia de las poblaciones evaluados en el Rancho La Providencia, Puebla 2009 R.

Fuentes de variación	Días a Floración			Altura (cm)		Maz. X 100	Rendimiento ¹⁾	
	GL	Masculina	Femenina	GL	Pta.	Maz.	Plantas	Ton ha ⁻¹ Mazorca
Tratamiento	26	271.262024*	263.019226*	39	0.261401**	0.280485**	1608.83008	26.159306**
Repeticiones	1	19.000	9.000	1	0.042542	0.003784	6142.5	36.847168
Error	26	31.45385	27.76923	39	0.062356	0.069878	1492.43591	4.023037
C.V. (%)		5.46	5.04		8.64	14.18	24.69	27.18
\bar{x}		103	105		289	175	156	7.394

¹⁾ Ton ha⁻¹ al 15.5% de humedad, *significativo y**altamente significativa al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente

La concentración de medias de las características agronómicas estudiadas se reportan en el Cuadro 11. El rendimiento en promedio de los 40 tratamientos fue de 7.394 ton ha⁻¹ superada por la media de los testigos (8) que fue de 9.185 ton ha⁻¹. (El comportamiento de los testigos se resume en el Cuadro 12.)

La media general fue superada por 21 tratamientos de los cuales seis son testigos, T1 con el mayor rendimiento de 13.904 ton ha⁻¹ (Chalqueño), T10 (Cónico amarillo) quinto lugar, con 11.419 ton ha⁻¹; T2 (Elotes Cónicos) en el décimo lugar con 10.338; T9 (Arrocillo) quedó posicionado en el lugar decimo primero con 9.783; T5 (Elotes Cónicos) en el lugar decimo séptimo con 8.988 ton ha⁻¹ y T6 (Cónico blanco) ocupa el lugar 21 con 7.775 ton ha⁻¹.

El mejor tratamiento fue ISP-002-1(Elotes Cónicos) con rendimiento de 13.284 ton ha⁻¹, con 203 mazorcas en 100 plantas, 88 días a floración masculina, altura de planta cercana a la media con 1% de mazorcas podridas y 15% de acame de tallo. El ISP-036 (Cónico amarillo) rindió 13.241 ton ha⁻¹ con 179 mazorcas en 100 plantas, con 0% de mazorcas podridas con buena uniformidad en mazorca (2), con altura de planta de 300 cm, esta población ocupó el primer lugar (4.875 ton ha⁻¹) durante 2009 en temporal. ISP-019 (Cónico amarillo) con endospermo suave ocupó el cuarto lugar con 11.425 ton ha⁻¹, 185 mazorcas en 100 plantas, buena uniformidad de mazorca (2), mazorcas sanas, y altura de planta de 3.90m, con porcentaje de acame de raíz y tallo inferiores a la media general (11 y 4% respectivamente). Al final de la tabla se ubicaron 12 poblaciones donde no fue posible registrar los días a floración debido a que no presentaron adaptación en este ambiente retardando su desarrollo debido a que son de altitudes menores al área de evaluación con mayor temperatura por lo que les faltaron horas calor, factor que afecta a las poblaciones tanto en desarrollo de la planta como en su crecimiento, lo que se ve reflejado en el rendimiento, a pesar de esas condiciones no favorables se mostró ISP-115 con un rendimiento de 4.885 ton ha⁻¹ y 150 mazorcas en 100 plantas, 0% en pudrición de mazorca sin problemas de acame pero con problemas de uniformidad de mazorca.

Cuadro 11. Concentración de medias de las características agronómicas de las poblaciones y testigos evaluados en Rancho La Providencia 2009 bajo condiciones de riego.

Clave UAAAN	Días a flor.		Altura (cm)		Acame (%)		Mala	Maz.	Calificación ^{1]}	MAZ. X	Rendimiento ton
	Masculina	Femenina	Ptas.	Maz.	Raíz	Tallo	Cob. (%)	Pod. (%)	MAZ. (1-5)	100 Ptas.	ha ⁻¹ . Mazorca ^{2]}
T1	90	92	252	156	15	2	9	0	2	174	13.904
IS-002-1	88	90	261	160	9	15	13	1	3	203	13.284
IS-036	114	116	300	210	6	4	11	0	2	179	13.241
IS-019	121	123	390	157	10	9	11	0	2	185	11.425
T10	110	112	295	086	3	3	12	0	2	154	11.419
IS-003	103	106	267	150	5	2	10	0	2	154	11.377
IS-005	89	92	277	151	10	11	20	8	3	157	11.136
IS-109	92	102	285	188	3	5	8	0	2	152	10.756
IS-016	109	111	337	236	13	5	8	0	2	156	10.713
T2	87	89	257	162	15	6	15	8	3	158	10.338
T9	121	123	294	231	17	2	4	0	2	272	9.783
IS-004	87	89	268	161	4	6	11	2	3	158	9.730
IS-O17	112	114	300	176	1	2	7	1	2	164	9.549
IS-018	104	106	289	180	9	6	14	0	2	134	9.495
IS-035	113	115	295	200	2	6	18	0	3	175	9.277
IS-053	122	125	337	239	7	4	9	0	3	180	8.991
T5	108	110	262	177	7	12	8	0	3	150	8.988
IS-052	87	90	267	152	4	1	9	0	2	136	8.654
IS-148	89	91	256	127	7	6	5	0	2	141	8.588
IS-108	93	96	290	200	15	3	5	0	2	139	8.000
T6	116	118	276	181	21	8	5	1	3	138	7.775

Continúa Cuadro 11.

Clave UAAAN	Días a flor.		Altura (cm)		Acame (%)		Mala	Maz.	Calificación ¹⁾	Mazo. X	Rendimiento ton ha ⁻¹
	Masculina	Femenina	Pta.	Maz.	Raíz	Tallo	Cob. (%)	Pod. (%)	Maz.(1-5)	100 Ptas.	Mazorca ²⁾
IS-107	104	106	330	212	6	0	6	0	3	149	7.183
IS-037	97	99	242	133	0	0	0	0	3	136	6.699
IS-034	101	104	240	121	4	14	2	0	2	223	6.687
IS-038	-	-	255	228	7	9	10	0	3	153	6.554
IS-002-2	96	98	235	142	8	7	13	4	3	116	6.466
T7	102	104	249	162	3	0	6	0	3	130	5.700
T4	92	94	240	157	11	5	14	4	3	128	5.578
IS-115	-	-	300	200	1	5	1	0	4	150	4.885
IS-112	-	-	346	225	7	7	7	0	3	151	4.000
IS-117	-	-	323	200	11	2	0	0	4	163	3.565
IS-113	-	-	257	148	0	9	0	0	4	165	3.256
IS-114	-	-	335	113	0	0	4	0	4	136	3.240
IS-111	-	-	287	187	3	1	3	0	4	158	3.000
IS-116	-	-	262	171	4	0	4	0	4	157	2.614
IS-118	-	-	327	221	5	2	0	0	4	147	2.495
IS-120	-	-	300	194	2	2	0	0	4	141	2.000
IS-150	-	-	350	224	2	6	0	0	4	131	1.970
IS-149	-	-	297	100	6	0	0	0	4	131	1.424
IS-173	-	-	315	200	10	0	0	0	4	125	1.164
\bar{X} general	103	105	289	175	7	5	7	1	2	156	7.394
DMS		14.631	0.78	0.7							5.444
\bar{X} testigos	103	105	265	164	11	4	9	1	2	163	9.185

¹⁾ (1 = muy uniforme, 5 = muy variable); ²⁾ Ton ha⁻¹ al 15.5% de humedad.

Cuadro 12. Respuesta agronómica de las poblaciones testigo

Testigos	Días a flor.		Altura (cm)		Acame (%)		Mala	Maz.	Calificación ¹⁾ (1-5) MAZ.	Maz. X 100 plantas	Rendimiento ²⁾ Ton ha ⁻¹ Mazorca
	Masculina	Femenina	Pta.	Maz.	Raíz	Tallo	Cob. (%)	Pod. (%)			
T1	90	92	2.52	1.56	15	2	9	0	2	174	13.904
T10	110	112	2.95	0.86	3	3	12	0	2	154	11.419
T2	87	89	2.57	1.62	15	6	15	8	3	158	10.338
T9	121	123	2.94	2.31	17	2	4	0	2	272	9.783
T5	108	110	2.62	1.77	7	12	8	0	3	150	8.988
T6	116	118	2.76	1.81	21	8	5	1	3	138	7.775
T7	102	104	2.49	1.62	3	0	6	0	3	130	5.700
T4	92	94	2.4	1.57	11	5	14	4	3	128	5.578
\bar{x}	103	105	265	164	11	4	9	1	2	163	9.185

¹⁾ (1 = muy uniforme, 5 = muy variable); ²⁾ al 15.5% de humedad.

ISP-112 presentó un rendimiento de 4.000 ton ha⁻¹ con 151 mazorcas en 100 plantas, 0% de mazorcas podridas, con problemas de acame de raíz y tallo y mala cobertura. ISP-117 con un rendimiento de 3.565 ton, 163 mazorcas en 100 plantas teniendo 0% de mazorcas podridas y problema de altura de planta.

La población de ISP-173 fue la que menos se adaptó al ambiente de estudio ocupando el último lugar de la tabla con un rendimiento 1.164 ton, 125 mazorcas en 100 plantas teniendo un 0% de mazorcas podridas y con buena cobertura de mazorca pero presentando problemas de altura de planta y acame de raíz.

Respuesta de las poblaciones en los diferentes ambientes de evaluación

Tomando en cuenta que el carácter rendimiento es una expresión de la interacción del genotipo con el ambiente, se presenta a continuación la respuesta de las razas de maíz evaluadas en temporal (2008 y 2009) bajo los sistemas tradicionales del Custodio y bajo riego (2009) modificando las prácticas agrícolas.

En la Figura 2 se presentan los rendimientos de mazorca de las poblaciones evaluadas en los diferentes ambientes.

En el ciclo 2008T se logró la evaluación de solo 19 poblaciones que presentaron un rendimiento promedio de 3.279 ton ha⁻¹. En el ciclo 2009T, solo fueron evaluadas 24 poblaciones, sin embargo al presentarse un período prolongado de sequía en la región los cultivos fueron afectados abatiendo sus rendimientos que en promedio fueron de 2.467 ton ha⁻¹. Martínez (2008) señala que los factores ambientales varían en diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año, actuando sobre la planta modificando el genotipo.

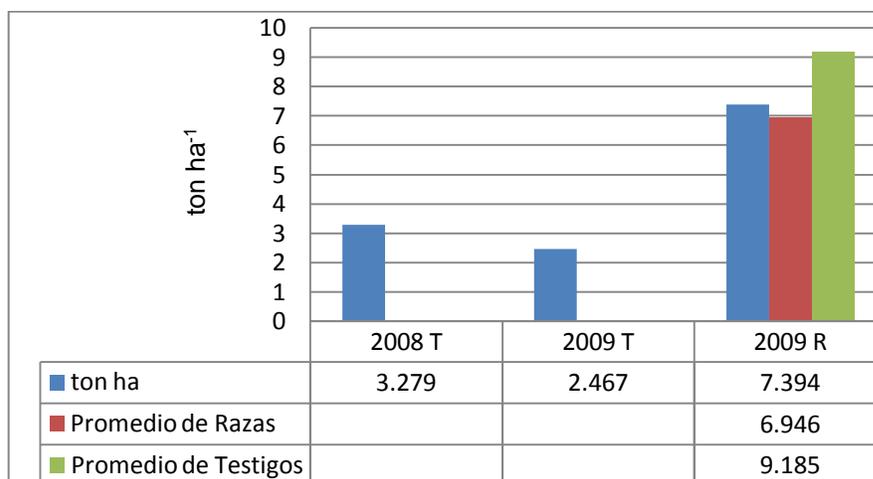


Figura 2. Comparación de medias de rendimiento de mazorca en los diferentes ambientes de evaluación.

Al evaluar las 32 poblaciones en un ensayo de rendimiento bajo condiciones de riego y prácticas culturales uniformes, se observó una respuesta positiva en el rendimiento de la mayoría de las poblaciones, lo que notifica que las modificaciones a los diferentes sistemas de producción de los agricultores, permiten al cultivo manifestar su potencial agronómico al mejorar su ambiente de crecimiento, sin embargo las poblaciones provenientes de localidades con altitudes bajas, clima cálido húmedo y temperatura promedio superior a 20 °C, en la localidad de San Nicolás Buenos Aires, con altitudes de 2,397m y temperatura promedio de 18 °C, retardaron su desarrollo y crecimiento, lo que ocasionó que el llenado de grano fuera afectado por las bajas temperaturas. El rendimiento promedio del experimento fue de 7.394 ton ha⁻¹ la de los testigos (8) fue superior (9.185 ton ha⁻¹) a la media general y a la de las 32 poblaciones que fue de 6.946 ton ha⁻¹ y superando ampliamente a los promedios de 2008T, y 2009T, con 3.667 y 4.479 ton ha⁻¹ respectivamente.

En las siguientes Figuras (3 a 9) se presentan los rendimientos de mazorca de las poblaciones de las diferentes razas de maíz evaluadas en 2008 y 2009 bajo condiciones de temporal y 2009 riego.

En la Figura (3) se observa que los rendimientos de 2008T disminuyeron en 2009T por la sequía ya mencionada y que en 2009R fueron notablemente mejorados, sobresaliendo ISP-053 (Arrocillo x Cónico) de Atempan.

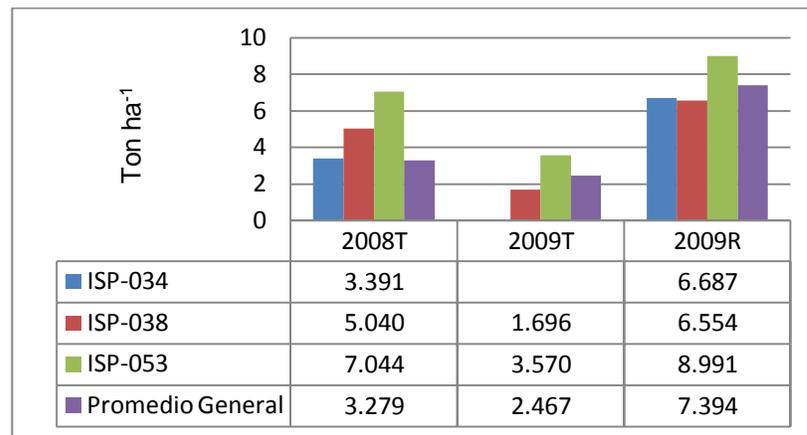


Figura 3. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Palomeros y Arrocillo en los diferentes ambientes de evaluación.

En Cónico blanco (Figura 4) las poblaciones al ser evaluadas bajo riego duplicaron sus rendimientos sobresaliendo ISP-109 del municipio de Zacatlán.

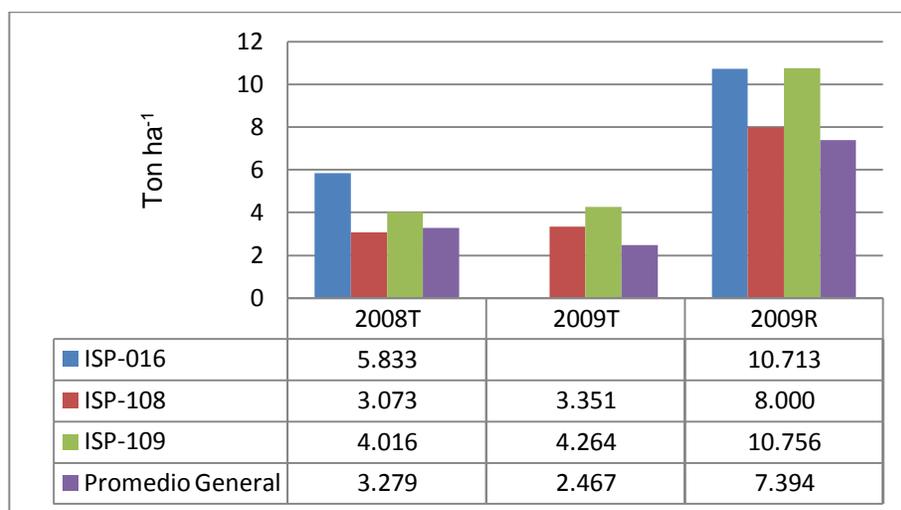


Figura 4. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Cónico blanco en los diferentes ambientes de evaluación.

En Cónico amarillo (Figura 5) se nota que los materiales manifestaron una respuesta muy superior al mejorar su ambiente de crecimiento, ISP-036 de Tetela de Ocampo que presenta grano semicristalino fue marcadamente superior, seguido por ISP-019 de grano dentado de color amarillo, anaranjado y rojo en mezcla también de Tetela de Ocampo, seguido por ISP-017 de Zacatlán

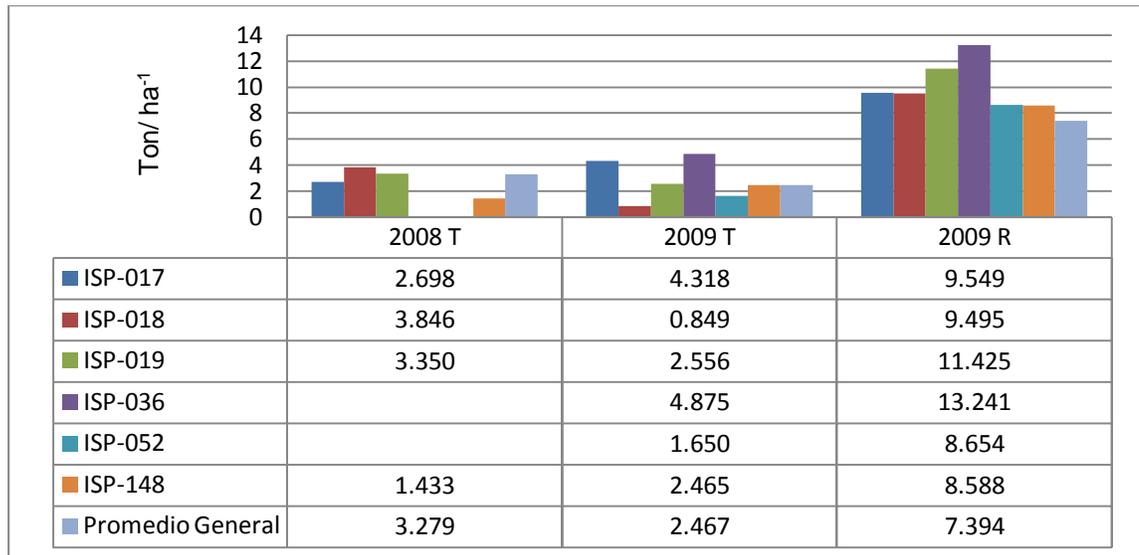


Figura 5. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Cónico amarillo en los diferentes ambientes de evaluación.

En Elotes Cónicos (Figura 6) se observa un comportamiento muy variado, con rendimientos superiores en 2009R de ISP-002-1 e ISP-003 de Chignahuapan y con los rendimientos más bajos ISP-114 e ISP-116 del municipio de Xicotepec con altitudes de 174 y 178 msnm respectivamente.

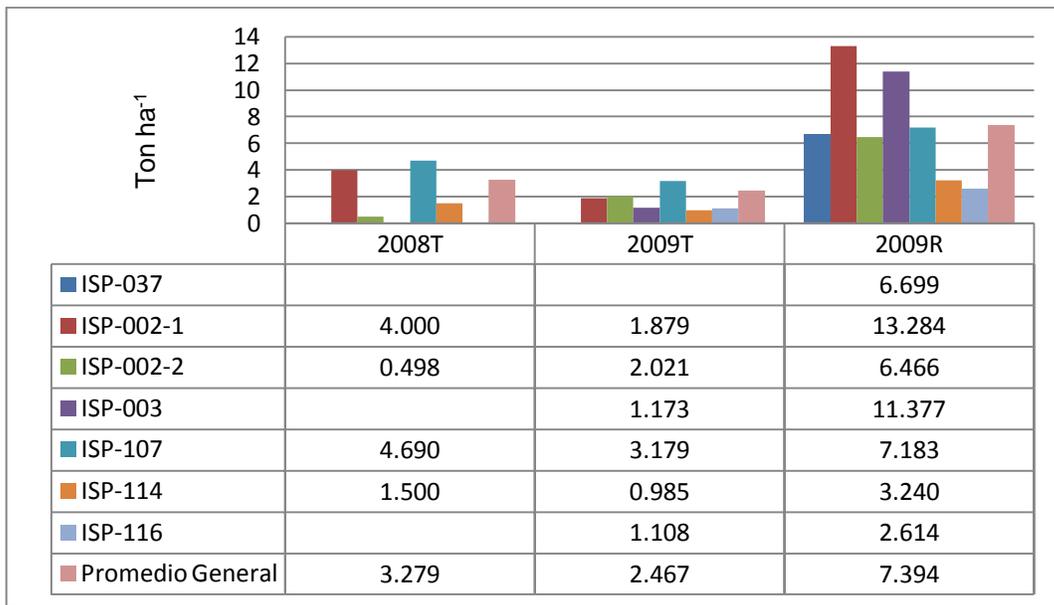


Figura 6. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Elotes Cónicos en los diferentes ambientes de evaluación.

Las poblaciones de la raza Tuxpeño (Figura 7) y Olotillo (Figura 8) no se adaptaron a las condiciones del área de evaluación bajo riego, que presenta mayor altitud y temperaturas inferiores a 20⁰C.

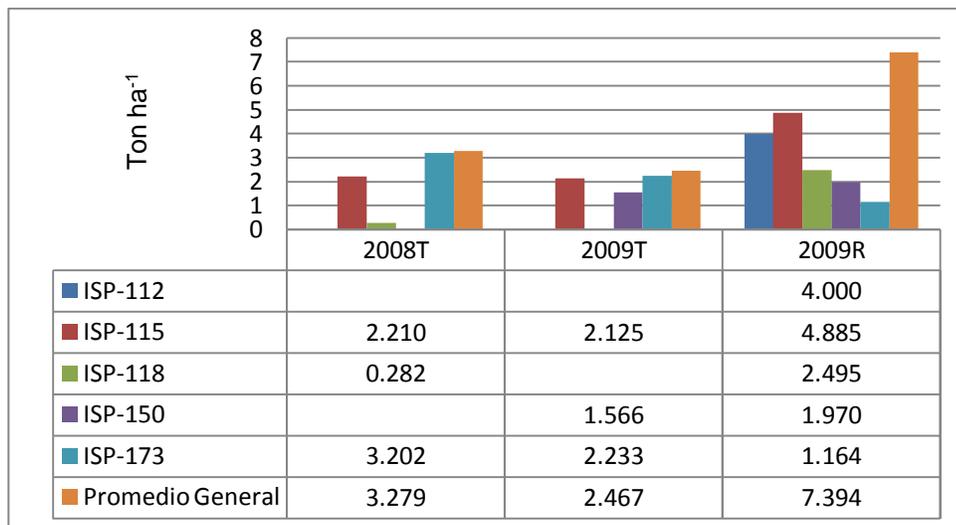


Figura 7. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Tuxpeño en los diferentes ambientes de evaluación.

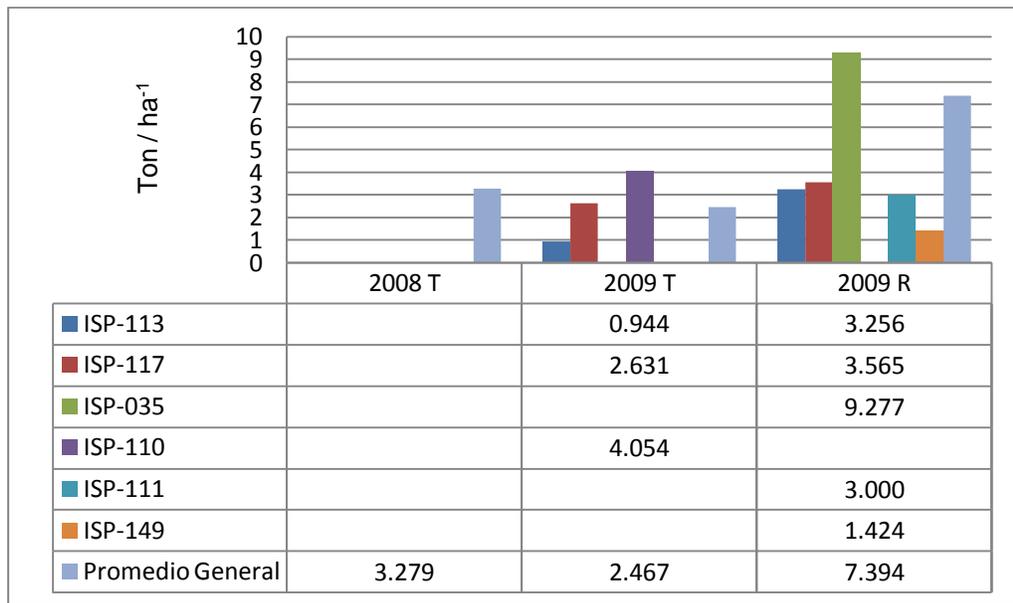


Figura 8. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Olotillo en los diferentes ambientes de evaluación.

Finalmente en la Figura 9, ISP-004, Chalqueño e ISP-005, Cacahuacintle, ambos de Chignahupan presentaron rendimientos muy aceptables, no así ISP-120 (Mezcla Varietal de Pantepec).

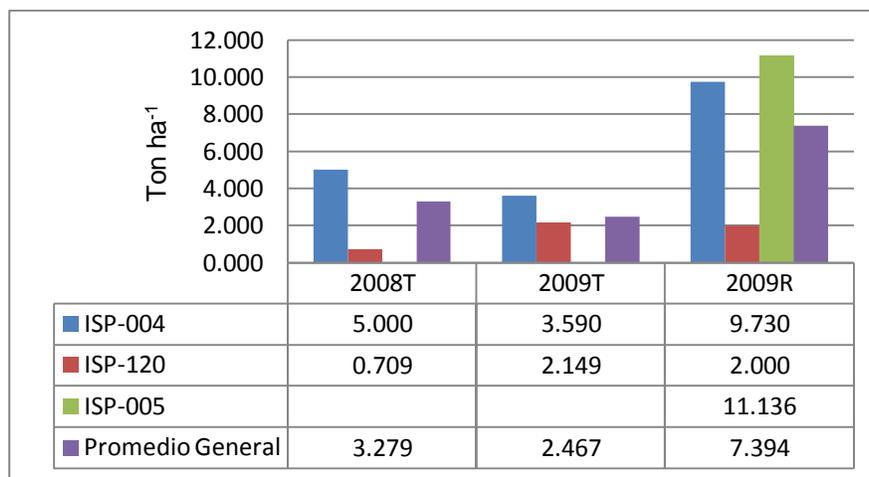


Figura 9. Comparación de medias de rendimiento de mazorca de Chalqueño, Cacahuacintle y Mezcla Varietal evaluadas en diferentes ambientes.

En la Figura 10. Se señala las altitudes y rangos en que se localizan las poblaciones de maíz, observando que principalmente las razas Tuxpeño, Olotillo, Mezcla Varietal y algunas poblaciones de Elotes Cónicos se encuentran en altitudes inferiores a los 210 msnm inferior a la altitud del sitio de evaluación (2,397msnm.) el resto de las poblaciones se ubican en altitudes que oscilan de 1,940 a 2,841 m lo que permitió su adaptación en la localidad de S.N.B.A. aunado al mejoramiento de las prácticas agrícolas, manifestaron su potencial genético incrementando sus rendimientos respecto a los manifestados en su lugar de origen como se muestra en el Cuadro 13

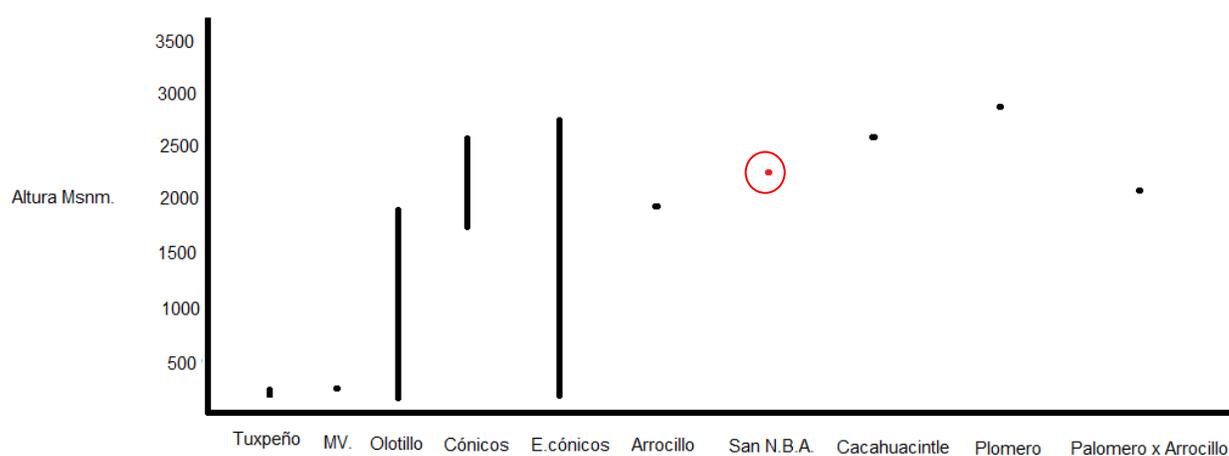


Figura 10. Comparación de altitudes de las poblaciones estudiadas en el experimento

Cuadro 13. Altitudes mínimas y máximas de las razas presentes en este estudio

Razas	Altura mínima msnm	Altura máxima msnm
Tuxpeño	163	196
MV.	-	202
Olotillo	173	1940
Cónicos	1805	2556
E. cónicos	174	2610
Arrocillo	-	1967
Palomero por Arrocillo	-	2084
Cacahuacintle	-	2560
Palomero	-	2841
San Nicolás *	-	2397

*Sitio de referencia (evaluaciones)

En el Cuadro 14 se presentan las razas de maíz, las altitudes (msnm) de su procedencia y los rendimientos de mazorca obtenidos en al menos dos ambientes de evaluación. Se observa que el ambiente actuó sobre los genotipos, en 2009T, los efectos de la sequía que se presentó afectaron a la planta reduciendo drásticamente los rendimientos, siendo inferiores a 2008T. En 2009 bajo condiciones de riego y con prácticas agronómicas modificadas, las poblaciones fueron favorecidas, expresando su potencial genético, aún en las poblaciones de altitudes inferiores a 1000m, con adaptación a climas con temperaturas superiores a 20°C.

Cuadro 14. Rendimiento de mazorca de las razas de maíz en los diferentes ambientes de evaluación.

Clave UAAAN	Raza	Municipio	Altitud (msnm)	Rendimiento mazorca ¹⁾		
				2008T	2009T	2009R ²⁾
ISP-002-1	Elotes Cónicos	Chignahuapan	2400	4.000	1.879	13.284
ISP-019	Cónico am-rojo	Tetela de Ocampo	1805	3.350	2.556	11.425
ISP-109	Cónico blanco	Zacatlán	2395	4.016	4.264	10.756
ISP-004	Chalqueño	Chignahuapan	2560	5.000	3.590	9.730
ISP-017	Cónico amarillo	Zacatlán	2176	2.698	4.318	9.546
ISP-053	Arrocillo x Cónico	Atempan	1967	7.004	3.570	8.991
ISP-148	Cónico amarillo	Chignahuapan	2483	1.433	2.465	8.588
ISP-108	Cónico blanco	Zacatlán	2531	3.073	3.351	8.000
ISP-107	Elotes Cónicos	Zacatlán	2150	4.690	3.179	7.183
ISP-038	Palomero x Arrocillo	Atempan	2084	5.040	1.696	6.554
ISP-002-2	Elotes Cónicos	Chignahuapan	2610	0.498	2.021	6.466
ISP-016	Cónico blanco	Zacatlán	2177	5.833	-	10.713
ISP-018	Cónico am-rojo	Zacatlán	2258	3.846	-	9.495
ISP-034	Palomero blanco	Tetela de Ocampo	2841	3.890	-	6.687
ISP-036	Cónico amarillo	Tetela de Ocampo	1940	-	4.875	13.241
ISP-003	Elotes Cónicos	Chignahuapan	2610	-	1.173	11.373
ISP-052	Cónico amarillo	Chignahuapan	2556	-	1.650	8.654
ISP-115	Tuxpeño	Xicotepec	163	2.210	2.125	4.885
ISP-114	Elotes Cónicos	Xicotepec	174	1.500	0.985	3.240
ISP-118	Tuxpeño	Fco. Z. Mena	170	0.282	0.849	2.495
ISP-120	MV.	Pantepec	202	0.709	2.149	2.000
ISP-173	Tuxpeño	Tenampulco	-	3.202	2.173	1.164
ISP-117	Olotillo	Xicotepec	2176	-	2.631	3.565
ISP-113	Olotillo	Xicotepec	173	-	0.943	3.256
ISP-116	Elotes Cónicos	Xicotepec	178	-	1.108	2.614
ISP-150	Tuxpeño	Tenampulco	196	-	1.566	1.970
∑ General				3.279	2.467	7.394
∑ de Razas						6.946

¹⁾ Ton ha⁻¹ al 15.5% de humedad; ²⁾ altitud: 2397 msnm.

De la evaluación de 32 poblaciones a través de tres ambientes se consideran los siguientes (Cuadro 15) como las más sobresalientes, que pueden ser utilizados en programas de mejoramiento.

Cuadro 15. Poblaciones seleccionadas en base a su respuesta a través de ambientes.

Población	Raza	2008T	2009T	2009R
ISP-034	Palomero	3.371	-	6.687
ISP-038	Palomero x Arrocillo	5.040	1.696	6.554
ISP-053	Arrocillo x Cónico	7.044	3.570	8.991
ISP-109	Cónico blanco	4.016	4.264	10.756
ISP-016	Cónico blanco	5.833	-	10.713
ISP-108	Cónico blanco	3.073	3.351	8.000
ISP-036	Cónico amarillo	-	4.875	13.241
ISP-017	Cónico amarillo	2.698	4.318	9.549
ISP-019	Cónico amarillo- rojo	3.350	2.556	11.425
ISP-018	Cónico amarillo- rojo	3.846	0.849	9.495
ISP-002-1	Elotes cónicos	4.000	1.879	13.284
ISP-003	Elotes cónicos	-	1.173	11.377
ISP-004	Chalqueño	5.000	3.590	9.730
\bar{x} General		3.279	2.467	7.394
\bar{x} Razas				6.946

Comportamiento de las poblaciones utilizadas como testigos en la evaluación de 2009 bajo condiciones de riego.

En la (Figura 11) se presentan los rendimientos de ocho testigos en la evaluación 2009 bajo riego, se observa que la media de los ocho testigos superó a la media general del ensayo y a la media de las razas, solamente dos testigos presentaron rendimientos menores a las medias (T7 y T4). Sobresalen el T1 Chalqueño del municipio de Oriental; T10 Cónico amarillo de Zacatlán y T2 Elotes Cónicos mejorado de San Nicolás Buenos Aires.

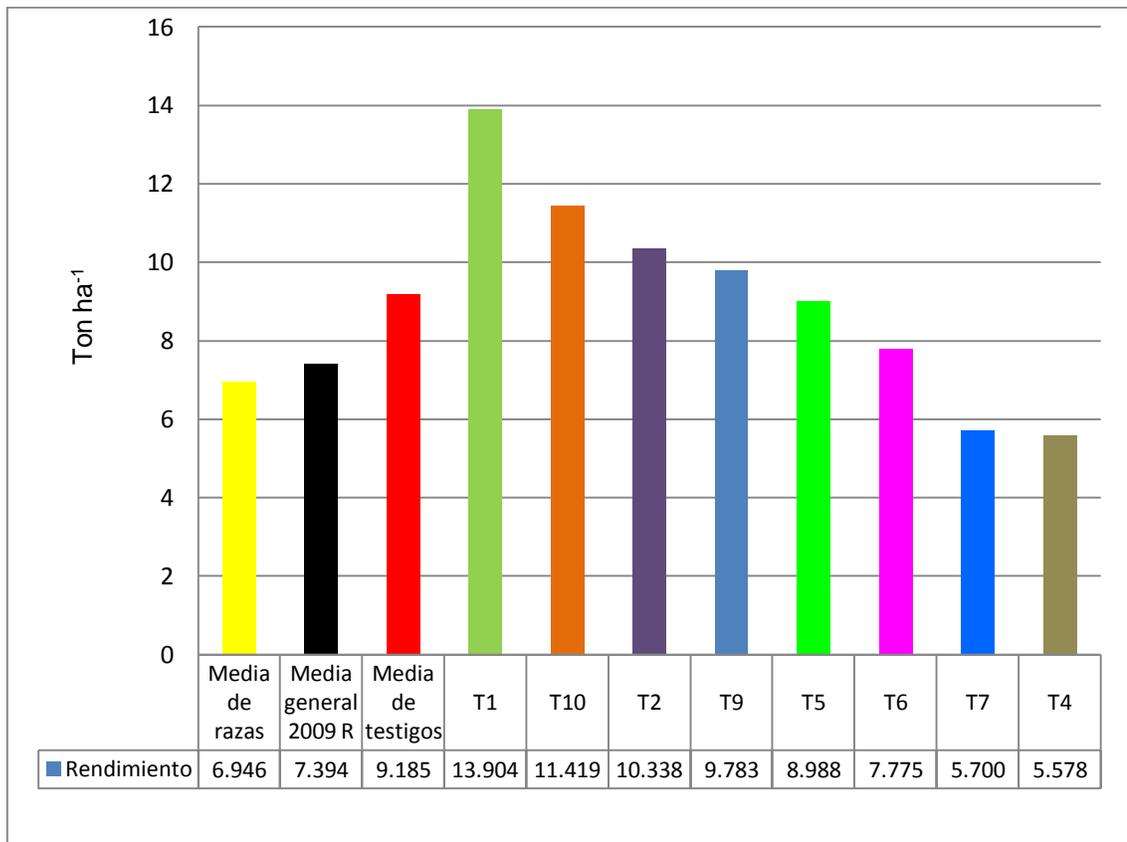


Figura 11. Rendimiento de testigos en comparación con las medias de razas, testigos y media general 2009 R

CONCLUSIONES

Al analizar los resultados de la evaluación de las poblaciones en dos ciclos agrícolas 2008 y 2009 en condiciones de temporal y bajo los sistemas de producción de los propios Custodios de las razas de maíz y en 2009 modificando prácticas agrícolas como riego, densidad de siembra y fertilización uniformes; control de plagas del suelo y deshierbes oportunos aunado al uso de semilla seleccionada y beneficiada se llegó a las siguientes conclusiones:

La respuesta agronómica de las poblaciones depende fundamentalmente del ambiente de su crecimiento, en el presente estudio los principales factores ambientales que modificaron dicha respuesta fueron el clima (temperatura y humedad) y el manejo agronómico.

El período prolongado de sequía que se presentó en el ciclo agrícola 2009, ocasionó que los rendimientos de las poblaciones fueran menores que los del ciclo agrícola 2008, ocasionando incluso pérdidas totales de parcelas. (3.279 ton ha⁻¹ en 2008T. y 2.469 en 2009T).

Las poblaciones con adaptación en altitudes inferiores a 210 msnm con clima cálido húmedo al ser sembradas a una altitud de 2,397 m en San Nicolás Buenos Aires (2009R) con clima templado subhúmedo, fueron afectadas en las etapas vegetativa y reproductiva, retardando las fechas de floración, antesis y llenado de grano lo que se reflejó en los bajos rendimientos obtenidos.

Las poblaciones con adaptación en altitudes de 1,940 a 2,841 msnm al cultivarse a 2,397m presentaron rendimientos superiores a los obtenidos en su propio ambiente durante 2008T y 2009T con valores superiores a la media general (7.394 ton ha⁻¹), o muy cercanos a la media de razas (6.946 ton ha⁻¹) y con mejores atributos agronómicos.

Los sistemas de producción de los Custodios de las razas de maíz bajo estudio, al ser modificado el manejo agronómico permitió a las poblaciones manifestar su rendimiento potencial al ser sembradas en un ambiente favorable, siendo los de mayor respuesta ISP-034 Palomero, ISP-038 Palomero x Arrocillo, ISP-053 Arrocillo x Cónico; ISP-109, ISP-016 y ISP-108 Cónico blanco, ISP-036,e ISP-017, Cónico amarillo ISP-018 e ISP-019 Cónico amarillo a rojo, ISP-002-1 e ISP-003 Elotes cónicos e ISP-004 Chalqueño.

Las razas de maíz consideradas en el estudio cuentan con atributos agronómicos, que manifiestan su potencial al mejorar su ambiente de crecimiento, al corregir las prácticas de selección, beneficio y manejo en postcosecha de semilla y manejo agronómico del cultivo.

Lo anterior se puede lograr en las parcelas de conservación *in situ* si a los Custodios se les reconoce sus innovaciones y se les apoya con asistencia técnica para la producción y conservación de sus poblaciones criollas y razas de maíz.

Se recomienda evaluar las poblaciones en mayor número de ambientes y prácticas agronómicas uniformes para conocer la interacción de los genotipos con el ambiente y seleccionar los de mayor estabilidad.

BIBLIOGRAFIA

- Altieri A. M. 1999. Bases Científicas Para una Agricultura Sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. 215-220P.
- Aguirre G. J.A. y M. de L. García L. 2012. Selección para el mejoramiento De maíz criollo. Manual de capacitación. INIFAP. Celaya, Gto. México. Folleto para productores Núm. 4. 4-5P.
- Ávila B. C.H. 2010. La agricultura tradicional y la conservación de los recursos naturales en México. Revista Este País 226. 47 P.
- Barceló J. C. G. 1990 Fisiología Vegetal. Edición Grupo Santillana. 215-226P.
- Carrera V. J .A, A.A. Jiménez C, M.M. Morales R, F. Márquez S., L. Sahagún C., J.J. Sesmas G. y M. Sitt M. 2011. Integración del conocimiento Tradicional en el Mejoramiento de los Maíces Criollos de Michoacán. COECYT. Michoacán, México. 10P
- Carrera V. J.A, J.Ron P. y M.M. Morales R.2012. Cinco Nuevas Razas de Maíz (*zea may L. ssp mays*) en el Occidente de México. Universidad Autónoma Chapingo 15-17P.
- Gastó, J.C.y J. M. Gastó. 1970. Uso de la tierra. El Campesino. Edición Algarabía Santiago, Chile. 34- 50P.
- Gastó, J. C. 1980. Ecología: el hombre y la transformación de la naturaleza. Edición Vealia. Santiago de Chile. 38P.
- Hernández X., E. 1980. Agricultura tradicional y desarrollo. En: Xolocotzia. Tomo I. Obras de E Hernández X. Revista de Geografía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 419-422P.
- Hernández X., E. 1985. Revista Biología agrícola. CECSA. México, D. F. 62 P.
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Disponible en:<http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/default.aspx?tema=me&e=21>
- Informe de avances periodo. 2008-2010. Unidad de conservación *in situ*. Proyecto Maestro de Maíces Mexicanos UAAAN. Buenavista, Saltillo, México.
- La enciclopedia de los municipios de México editada y copilada por el INAFED. 1999. Centro nacional de Desarrollo municipal. Gobierno del estado de Puebla.

- Martínez O.A. 2008 Mejoramiento de Maíz en el CIAMEC. Ampliación de la base germoplásmica y su aprovechamiento considerando caracteres agronómicos y rendimiento. Memoria del sexto congreso nacional de Fitotecnia. SOMEFI; Monterrey N.L. 113-123P.
- Mondoñedo J.R., P.de la Rosa P., F. Kirchher S., C. Usami O., M.T. Atileno D.1981. Manual para la educación agropecuaria en Maíz. SOMEFI-A.C. 18-19P.
- MPEAM (Manuales para educación agropecuaria Maíz).1983 Área: producción vegetal. Editorial Sep Trillas, México. 19-22P.
- Palerm, A. 1972. Agricultura y sociedad en Mesoamérica. Editorial TRILLAS Secretaría de Educación Pública. México, D. F. 198 P.
- Ron P.J., J.J. Sánchez G., A.A. Jiménez C., J.A. Carrera V., J. G. Martin L., M. Morales R., L. de la Cruz L., S.A. Hurtado de la P., S. Mena M. y J.G. Rodríguez F. 2006. Maíces Nativos del Occidente de México I. Colectas 2004. Scientia- CUCBA. 8 (1) 2-3P.
- Wellhausen, E.J.,L.M. Roberts y E.HernándezX., en colaboración con P.C Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México Su origen, características y Distribución. Folleto técnico número 5. Oficina de estudios especiales. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México.D.F. 48 a 158P.

APÉNDICE

Anexo 1. Características de los sistemas de producción de los Custodios de la región norte de Puebla.

CLAVE UAAAN	Semilla Kg ha ⁻¹	Barbe- -cho	Surcado	Siembra	Sistema de siembra	Fertilizante o abono	Herbi- cida	Insecti- cida	Mes de siembra- cosecha	Conservación de mazorca, grano o semilla	Selección de semilla	Usos del maíz
Atempan												
IsP-038	12	No	Caballo	Manual	Unicultivo	Urea	No	No	Marzo - Septiembre	Mancuernas colgadas en techos	Bodega	Autoconsumo y ganado
IsP-053	12	No	Caballo	Manual	Unicultivo	Gallinaza	No	No	Marzo - Octubre	Mancuernas colgadas en techos	Bodega	Autoconsumo y ganado
Chignahuapan												
IsP-002-1	18	Si	Tractor	Tractor	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Mayo- Noviembre	Mazorcas en troje	Troje (cincolote)	Autoconsumo y venta
IsP-002-2	18	Si	Tractor	Tractor	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Marzo- Octubre	Mazorcas en troje	Troje (cincolote)	Autoconsumo
IsP-003	18	Si	Tractor	Tractor	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Marzo- Octubre	Mazorcas en troje	Troje (cincolote)	Autoconsumo
IsP-004	20	Si	Tractor	Tractor	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Marzo- Noviembre	Mazorcas en bodega	bodega	Autoconsumo y ganado
IsP-005	20	Si	Tractor	Tractor	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Marzo- Octubre	Mazorcas en mogote y bodega	bodega	Autoconsumo y venta
IsP-052	20	Si	Yunta	Manual	Unicultivo	Urea	No	No	Abril- Octubre	Grano en sacos	bodega	Ganado (forraje y grano) y venta
IsP-148	30	Si	Tractor	Tractor	Unicultivo	Urea	Si	No	Mayo- Noviembre	Grano en sacos	bodega	Autoconsumo y venta
Francisco Z. Mena												
IsP-118	48	No	No	Espeque	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Julio- Noviembre	Mazorca en bodega	bodega	Autoconsumo, venta de grano y hoja
Pantepec												
IsP-119	40	No	No	Espeque	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Julio- Noviembre	Mazorca en bodega	bodega	Autoconsumo
IsP-120	15	No	No	Espeque	Unicultivo	Esquilmos	No	MT ¹⁾	Julio- Noviembre	Mazorca en bodega	bodega	Autoconsumo

Continuación Anexo 1

Tenamulco												
ISP-149	15	No	No	Espeque	Unicultivo	Foliar esquilmos	No	Si	Julio-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo
ISP-150	20	Si	Si	Manual	Unicultivo	Foliar esquilmos	No	Si	Julio-Noviembre	Grano en sacos	Parcela	Autoconsumo, venta de grano y hoja ²¹
ISP-173	16	No	No	Manual	Unicultivo	Esquilmos	Si	No	Julio-Noviembre	Grano en sacos	Parcela	Autoconsumo y venta de hoja ²¹
Tetela de Ocampo												
ISP-019	21	No	Mula	Manual	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Marzo-October	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo y Ganado
ISP-034	18	No	No	Manual	Asociación maíz-papa	Esquilmos	No	No	Marzo-October	Grano en sacos, semilla en envases	Bodega	Autoconsumo
ISP-035	21	Si	Yunta	Manual	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Mayo-Noviembre	Grano en sacos, semilla en envases	Bodega	Autoconsumo y Ganado
ISP-036	21	Si	Yunta	Manual	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Mayo-Noviembre	Grano en sacos, semilla en envases	Bodega	Autoconsumo, Ganado y venta
Xicotepec												
ISP-110	15	No	No	Espeque	Unicultivo	Esquilmos	Si	No	Junio-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo y venta
ISP-111	15	No	No	Espeque	Unicultivo	Esquilmos	Si	No	Junio-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo, venta de grano y hoja
ISP-112	12	Si	Yunta	Espeque	Melgas maíz-cacahuate	Esquilmos	No	No	Diciembre-Mayo Junio-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo, venta de grano y hoja
ISP-113	15	No	No	Espeque	Unicultivo	Esquilmos	No	No	Diciembre-Mayo Junio-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo, venta de grano y hoja
ISP-114	15	Si	No	Espeque	Melgas maíz-cacahuate	Esquilmos	No	No	Julio-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo y venta de grano

Continuación Anexo 1

ISP-115	15	Si	No	Manual	Melgas maíz- cacahuete	Urea	No	No	Julio-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo y venta de grano
ISP-116	15	Si	No	Pala	Unicultivo	Urea	No	No	Julio-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo
ISP-117	12	No	No	Espeque	Asociación ^{3]}	Esquilmos	No	No	Junio-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo
Zacatlán												
ISP-016	18	No	Yunta	Manual	Melgas frutales	Esquilmos	No	No	Abril-Octubre	Mazorca en granero	Granero	Autoconsumo y venta
ISP-017	18	No	Yunta	Manual	Melgas frutales	Esquilmos	No	No	Abril-Octubre	Mazorca en granero	Granero	Autoconsumo y venta
ISP-018	18	No	Yunta	Manual	Melgas frutales	Esquilmos	No	No	Abril-Octubre	Mazorca en granero	Granero	Autoconsumo, Ganado porcino
ISP-107	15	No	Yunta	Manual	Melgas frutales	Esquilmos -gallinaza	No	No	Abril-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo y venta
ISP-108	15	No	Yunta	Manual	Melgas frutales	Esquilmos	No	No	Marzo-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo y venta
ISP-109	15	No	Yunta	Manual	Melgas frutales	Esquilmos	No	No	Abril-Noviembre	Grano en sacos	Bodega	Autoconsumo y Ganado
Zaragoza												
ISP-037	10	no	No	Coa	Melgas frutales	Esquilmos- composta	No	No	Marzo-Octubre	Grano en sacos		Autoconsumo y aves

1] Prepara su insecticida con chile piquín seco, ajo molido y jabón zote.

2] La venta de hojas (totomoxtle) de la mazorca es para elaborar papel moneda o envoltura de tamales.

3] El maíz está asociado con chile, frijol, calabaza y papa o quelite