



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

PROGRAMA EN
DESARROLLO SOSTENIBLE DE ZONAS INDÍGENAS

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y DENOMINACIÓN DE
POBLACIONES LOCALES DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DE LA
COMUNIDAD DE CUALAC, GUERRERO

SILVINO JIMÉNEZ TAPIA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO TECNÓLOGO

Puebla, Puebla

Octubre, 2010



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUE- 43-2-03 ANEXO

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **Silvino Jiménez Tapia** alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Enrique Ortiz Torres** por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y DENOMINACIÓN DE POBLACIONES LOCALES DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DE LA COMUNIDAD DE CUALAC, GUERRERO** y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Pue., 25 de agosto de 2010.


Firma


Vo. Bo. Profesor Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: **Caracterización agronómica y denominación local del germoplasma nativo de maíz (*Zea mays L.*), en la comunidad de Cualac, Guerrero**, realizada por el alumno: Silvino Jiménez Tapia, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, que ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO TECNÓLOGO

EN

DESARROLLO SOSTENIBLE DE REGIONES INDIGENAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. ENRIQUE ORTIZ TORRES

ASESOR:



DR. JOSÉ ISABEL OLVERA HERNÁNDEZ

ASESOR:



DR. JUAN DE DIOS GUERRERO RODRÍGUEZ

Puebla, Puebla, octubre de 2010

CARACTERIZACION AGRONÓMICA Y DENOMINACIÓN DE POBLACIONES LOCALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DE LA COMUNIDAD DE CUALAC, GUERRERO

Silvino Jiménez Tapia, M.T.
Colegio de Postgraduados, 2010

La mayoría de la superficie agrícola en Cualac, estado de Guerrero, es sembrada con poblaciones locales de maíz, las cuales, hasta el momento no han sido caracterizadas a nivel de comunidad. El objetivo del presente trabajo, fue coleccionar muestras representativas de la diversidad de maíz de la comunidad de Cualac y su caracterización agronómica. En 2007, se evaluaron 25 genotipos, 23 fueron poblaciones de Cualac y dos tipos mejorados, el H-507 y VS-535. Se utilizó un diseño de látice 5 x 5, con cuatro repeticiones. Los caracteres evaluados, mostraron diferencias entre poblaciones ($p < 0.05$), lo que muestra riqueza en diversidad. En rendimiento de grano, existen poblaciones nativas que igualan ($P < 0.05$) a los materiales comerciales recomendados para la región. El 80% de las variedades locales igualan el rendimiento del H-507. La población local COL-C2 tuvo el mayor rendimiento con 7494 kg ha^{-1} , y superó al mejor testigo mejorado (H-507) en 1948 kg ha^{-1} . En color de grano, hubo variación, el 44 % de las poblaciones fueron de color blanco, 28% azul, 4% morado y 8% colorado, rosado o amarillo. Al relacionar precocidad y color de grano, se encontró que de las 11 poblaciones blancas, tres fueron precoces, cinco intermedias y tres tardías. Las poblaciones de color fueron de ciclo intermedio o precoz. El análisis de componentes principales, definió como las variables con mayor valor descriptivo a número de hojas debajo de la mazorca, área foliar, longitud de raquis, longitud de espiga principal, días a floración femenina, ancho de grano, longitud de mazorca e índice de grano. El análisis de conglomerados delimitó seis grupos. Los agricultores identifican a los diferentes tipos de maíces utilizando principalmente características de grano y de mazorca.

Palabras clave: *Zea mays* L., poblaciones locales, diversidad genética, color de grano

CHARACTERIZATION AND DENOMINATION OF LOCAL MAIZE LANDRACES FROM THE COMUNITY OF CUALAC, GUERRERO, MEXICO

Silvino Jiménez Tapia, M.T.
Colegio de Postgraduados, 2010

Most agricultural land in Cualac, Guerrero, Mexico is sowed with local maize populations, which have not been characterized at the community level. The aim of this study was to characterize representative samples of maize diversity from the Cualac community. Twenty five genotypes – 23 local populations and two improved varieties, (H-507 and VS-535) were evaluated under rainfed conditions in 2007. The experimental design was a 5 x 5 lattice with four replicates. The analysis of variance showed significant differences in all traits evaluated. These results indicate genetic diversity among the populations studied. Results showed that 80% of local populations had the same yield than commercial materials recommended for the region. The local population COL-C2 had the highest yield with 7494 kg ha⁻¹, and surpassed the best control improved (H-507) with 1948 kg ha⁻¹. There was a large grain color variation, 44% of the populations were white, 28% blue, 4% and 8% red, purple, pink or yellow. In relation to female flowering and grain color it was found that from 11 white populations found three were early, five middle and three late. The populations with grain color were intermediate or early. Principal component analysis identified that the most descriptive variables to explain observed variation were number of leaves below the ear, number of leaves above the ear, leaf area, rachis length, tassel length, female flowering, grain width, ear height and proportion of grain in the ear. Cluster analysis defined six groups. Farmers identified the different types of corn using mainly grain and ear characteristics.

Key words: *Zea mays* L., local populations, genetic diversity, grain color

AGRADECIMIENTOS

Al **Colegio de Postgraduados, Campus Puebla**, por brindarme la magnífica oportunidad de continuar con mi formación académica, la cual es de vital importancia para sobrevivir al mercado laboral por competencias en el medio rural.

Al **Consejo Regional de la Montaña (CRM)** por ser el principal gestor de la educación elitista para profesionalizar y fortalecer el capital humano, en beneficio de los campesinos de la montaña de Guerrero.

Al **Dr. Enrique Ortiz Torres**, por su valioso apoyo en la orientación y dirección del trabajo experimental realizado en campo y en el trabajo de organización y formato del presente trabajo.

Al **Dr. Samuel Vargas López**, que no bajo la guardia para que la primera generación de la Maestría Tecnológica en Desarrollo Sostenible de Regiones Indígenas culminara satisfactoriamente, y que además de sus instrucciones, consejos y sugerencias, fueran el motor para la puesta en marcha del presente trabajo, para el caso personal.

A los **Drs. José Isabel Olvera Hernández y Juan de Dios Guerrero Rodríguez**, por su revisión y sugerencias aportadas en el presente trabajo.

A los **profesores del Colegio de Postgraduados**, por su impartición de cátedra eficiente y magistral en las diversas áreas del conocimiento del desarrollo rural para mi formación académica.

A los **campesinos**, quienes en todo momento estuvieron disponibles para otorgar su material genético, con el cual se realizó el presente estudio; así como, aquellos que prestaron su tiempo y atención para la realización del trabajo de campo (encuestas).

DEDICATORIAS

A mis padres, que pusieron a mi alcance las primeras ideas motivadoras para construir progresivamente una vida de mejor calidad.

A mis hermanos, Zenaida, Santos y Janet, por nuestra relación espiritual, amistosa y fraternal.

También dedico este trabajo a la memoria de mi hermano Margarito (qepd), quien en sus visiones de superación a futuro, deseaba realizar estudios de maestría. Hermano tu deseo esta cumplido.

A mis sobrinos, Miguel Luis, Myriam Mayela, Zayda, Emiliano Yael y Jazmín Zahori, quienes les deseo de todo corazón visualicen un futuro de progreso para sus vidas.

A Griselda, porque nuestra naturaleza nos hizo diferentes de por vida; tú mujer; yo, hombre; con esa diferencia llegamos al mundo, en el tiempo preciso y en el lugar exacto. Por eso, entre más diferentes somos, mas planes y éxitos compartimos juntos.

A mis hijos, José David y Angélica María, que sus mentes se vean iluminados por la divinidad suprema para que sus objetivos, propósitos, metas y proyectos de vida sean realizadas oportunamente en las diversas etapas de su existencia.

A los campesinos de la región de la Montaña, por su nobleza y por su disponibilidad para el intercambio de ideas, con quienes he trabajado en diversos momentos, pero sobre todo porque poseen un vasto conocimiento ancestral sobre los cultivos como el maíz, que dan vida a los habitantes de esta región.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos generales.....	4
1.4. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Importancia del maíz.....	6
2.2. Origen y antigüedad del maíz.....	9
2.3. Diversidad biológica y conocimientos campesinos.....	12
2.4. Factores que favorecen la diversidad de maíces criollos.....	22
2.5. Patrón varietal.....	27
2.6. Taxonomía del maíz.....	28
2.7. Razas de maíz en México.....	39
2.8. Pérdida de la diversidad genética.....	40
2.9. Prospección, propiedad y control legal.....	42
2.10. Marco legal de regulación para los recursos genéticos.....	44
2.11. Importancia de la conservación.....	45
2.12. Estrategias de conservación.....	46
2.13. Colectas de maíz a nivel nacional.....	51
2.14. Colectas de maíz en el estado de Guerrero.....	52
2.15. Colecta de los parientes cercanos del maíz a nivel estatal y local.....	53
2.16. Manejo del cultivo de maíz.....	53
III. MATERIALES Y METODOS	57
3.1. Marco de referencia municipal.....	57
3.2. Materiales.....	61
3.3. Metodología para la evaluación experimental de los maíces colectados.....	62
3.4. Establecimiento y manejo de la parcela experimental.....	64
3.5. Variables evaluadas.....	65
3.6. Análisis estadístico.....	71
3.7. Estudio exploratorio de la denominación local del maíz.....	72
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	74
4.1. Análisis de Varianza.....	74
4.2. Análisis de medias.....	74
4.3. Análisis de Componentes Principales (ACP).....	81
4.4. Distribución de la diversidad.....	83
4.5. Análisis de conglomerados.....	85

4.6. Relación de colectas por coloración de grano y rendimiento.....	89
4.7. Relación en días a floración media femenina y color de grano.....	90
4.8. Relación del análisis de conglomerados y la clasificación campesina.....	92
V. CONCLUSIONES.....	96
VI. LITERATURA CITADA.....	99
VII. ANEXOS.....	112

LISTA DE CUADROS

		Página
Cuadro 2.1	Clasificación de las poblaciones de maíz de acuerdo a los días a madurez fisiológica propuesto por la FAO (2001).....	37
Cuadro 2.2	Clase de madurez, color y tipo de grano de maíz (Paliwal, 2001).....	37
Cuadro 3.1	Lista de material genético de maíz colectado en la comunidad de Cualac.....	63
Cuadro 3.2	Características generales de los productores que calificaron las colectas de maíz en Cualac, Guerrero, 2007.....	72
Cuadro 4.1	Cuadrados medios, significancia, promedios de variables y coeficiente de variación del análisis de varianza de 25 variedades de maíz evaluadas en Cualac, Guerrero, 2007....	75
Cuadro 4.2	Valores propios del análisis de componentes principales de las 25 poblaciones locales de maíz de Cualac, Guerrero. 2007.....	82
Cuadro 4.3	Vectores propios de los cuatro primeros componentes principales del análisis de 25 poblaciones locales de maíz de Cualac, Guerrero. 2007.....	83
Cuadro 4.4	Grupos formados en el análisis de Conglomerados, y las medias de las variables más importantes definidas en análisis de componentes principales	87
Cuadro 4.5	Relación de coloración de grano y rendimiento (kg ha^{-1}) de los 25 genotipos evaluados en la comunidad de Cualac, Guerrero, 2007.....	89
Cuadro 4.6	Relación entre días a floración media femenina y color de grano de los 25 genotipos evaluados en la comunidad de Cualac, Guerrero en 2007.....	91
Cuadro 4.7	Numero de colecta, grupo y rendimiento por hectárea, DFMF, precocidad y color de grano.....	92
Cuadro 4.8	Nombres dados por los productores a las poblaciones evaluadas, valores de las variables de grano, mazorca y manejo más consistentes con la clasificación obtenida con el análisis de conglomerados y frecuencia de mención por el productor.....	94

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 3.1 Localización de la región de la Montaña y el municipio de Cualac, Gro.....	60
Figura 4.1 Dispersión de 25 poblaciones locales de maíz de Cualac, Guerrero, en el primer plano factorial de dos primeros componentes principales del análisis con 15 variables.....	84
Figura 4.2 Dispersión de 25 poblaciones locales de maíz de Cualac, Guerrero, en el primer plano factorial del primer y tercer componentes principales del análisis de 15 variables.....	85
Figura 4.3 Dendograma de 25 poblaciones de maíz de Cualac, Guerrero, con base a 15 características.....	86

I. INTRODUCCIÓN

México es centro de origen del maíz. El maíz es el principal cultivo en superficie sembrada y base de la alimentación de la población. En México existe una amplia diversidad de poblaciones locales, originada entre otras razones por la diversidad ambiental, cultural y orográfica del país.

En el municipio de Cualac, Guerrero, el principal cultivo es el maíz, el cual ha sido por mucho tiempo base de la alimentación de la población. En este municipio existen un gran número de especies criollas de maíz que muestran una gran variabilidad genética y que son cultivadas por los campesinos para su sustento alimenticio desde hace mucho tiempo; razón por la cual, se ha venido conservando de una forma empírica por los agricultores de esta localidad. El uso de materiales criollos es de suma importancia en la comunidad de referencia. A nivel local no existen datos que señalen el porcentaje de campesinos que usan maíz criollo y mejorado; sin embargo, se puede estimar que un 90% de los productores siembra variedades criollas y sólo un 10% lo hace con alguna de las variedades mejoradas recomendadas para la zona. Tampoco se conoce cuantas variedades existen a nivel local, pero se estima que cada productor cultiva de dos a cinco variedades.

En la cabecera de Cualac se han realizado colectas de maíces criollos por instituciones de investigación como parte de estudios de cobertura estatal o nacional, pero los resultados de estos estudios muy pocas veces han llegado a los productores que han donado su material genético. Esto es debido en parte porque este tipo de estudios normalmente se realizan abarcando un extenso territorio y minimizan variaciones en los genotipos de una misma localidad. La diversidad genética se ha estudiado poco a nivel de localidad, al grado que no existen estudios relacionados con la descripción y caracterización de las poblaciones de maíz en Cualac, Guerrero.

Las condiciones ambientales y de suelo donde se siembra maíz en la comunidad de Cualac, impone retos a la producción de maíz y variedades mejoradas en otros sitios,

que difícilmente se adaptan a estas condiciones. Toda la superficie agrícola es de temporal y existen tres tipos de condiciones de suelo. La condición de suelo se clasifica en base a la pendiente. El maíz se siembra en suelos planos denominados “llanos”, suelos semiplanos de poca pendiente denominados “joyas”, y en tierras de ladera y en suelos escarpados, en donde la pendiente es importante. En los dos primeros tipos de suelo, la preparación del suelo se hace con tractor o con tracción animal; pero en los suelos escarpados la siembra se hace exclusivamente con espeque, bajo el sistema de cultivo de rosa-tumba-quema (tlacolole).

Dado que el maíz es el cultivo más importante en la alimentación, y debido a la carencia de conocimientos escritos a nivel de la comunidad de Cualac, Guerrero, se planteó este estudio, considerando a la colecta, la caracterización agronómica y el bosquejo sobre la nomenclatura de las variedades locales como ejes de análisis.

1.1. Planteamiento del problema

Hasta ahora los materiales nativos de maíz han estado en manos de los agricultores con producción de subsistencia o autoabasto. Los productores han estado conservando la diversidad de maíz de forma tradicional a través de las generaciones. El manejo de las poblaciones de maíz por parte de los agricultores, aunado a la complejidad orográfica y ambiental en México, ha propiciado y sosteniendo una amplia diversidad (Muñoz, 2005). Sin embargo, comúnmente, esta diversidad no se ha caracterizado ni se han definido los mejores materiales en rendimiento y características agronómicas a nivel localidad. Tampoco se ha determinado la forma más apropiada de conservación y uso a nivel de comunidad. Esta situación de desconocimiento de la diversidad de maíz pone en riesgo a la misma, puede afectar el nivel productivo de este cultivo y por consecuencia afectar a la familia rural, el maíz es base fundamental de la alimentación. Además, es prioritario atender esta situación de desconocimiento de la diversidad, debido a la intromisión al país de materiales genéticamente modificados por empresas transnacionales. Estos materiales pueden contaminar los maíces locales, tal como ha

sucedido con las poblaciones locales de maíz de las zonas Zapoteca y Chinanteca de Oaxaca (Quist y Chapela, 2001). La contaminación puede generar problemas con patentes de genes y reducir el libre acceso de los materiales criollos. Lo anterior señala una necesidad priorizada para impulsar la caracterización agronómica; así como el conocimiento de la nomenclatura local de los maíces como forma de rescate de los conocimientos campesinos.

A pesar de la importancia económica y alimentaria del maíz para los campesinos en la comunidad de Cualac, no existe un inventario local de la diversidad de los maíces criollos, ni registros del conocimiento local ligado a la diversidad del maíz, que contribuyan a la descripción, conservación y uso de estos materiales.

Por lo anterior expuesto, se plantea el problema bajo las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las características agronómicas de los maíces nativos cultivados por los campesinos de la comunidad de Cualac, Guerrero?

¿Existe diversidad genética entre las poblaciones de maíz de la comunidad de Cualac?

¿Cuáles son las características físicas que los campesinos de Cualac reconocen como importantes de sus maíces criollos?

¿Existe una nomenclatura común del maíz entre los campesinos?

1.2. Justificación

El maíz es el principal cultivo y alimento de los habitantes de Cualac. A pesar de la importancia alimenticia, económica, social y cultural del maíz, no se le ha estudiado la diversidad genética, ni se le ha dado la importancia a esta diversidad como fuente principal de germoplasma para afrontar condiciones ambientales y de suelo restrictivas.

Los resultados de la caracterización agronómica de los maíces criollos, ayudará a conocer la diversidad genética actual de maíz, a determinar los mejores genotipos que aumenten el rendimiento de grano, y a identificar fuentes de germoplasma para un futuro mejoramiento genético. Además, esta investigación, será la base para la realización de otros estudios, ya sean de tipo técnico, económico o social. Finalmente, el estudio de la diversidad del maíz y su denominación por parte de los agricultores, permitirá conocer mejor la relación de la diversidad de las variedades criollas y el conocimiento del productor local. Así se podrán determinar las estrategias para la toma de decisiones para la conservación de este cereal, por parte de los campesinos.

1.3. Objetivos generales

1. Caracterizar agronómicamente los materiales nativos de maíz que cultivan los campesinos de la comunidad de Cualac, Gro.
2. Identificar las principales características de mazorca y grano con las cuales los productores de Cualac identifican a sus diferentes poblaciones de maíz.

1.4. Objetivos específicos

1. Realizar una colecta que represente la diversidad de los maíces nativos en la comunidad de Cualac.
2. Caracterizar y evaluar experimentalmente los maíces colectados.
3. Encontrar variedades sobresalientes de maíz nativo con mayor rendimiento de grano.
4. Realizar una encuesta a productores para determinar las principales características de mazorca y grano, con las cuales nombran a sus diferentes poblaciones de maíz.

1.5. Hipótesis

1. La variabilidad agronómica del maíz existe aún en pequeñas áreas geográficas. Por lo tanto, existe variabilidad genética en la comunidad de Cualac, Gro.
2. Existen poblaciones de maíz local con rendimiento igual o superior a los materiales mejorados recomendados para la zona.
3. Los campesinos cuentan con una nomenclatura común para identificar cada una de sus poblaciones de maíz.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia del maíz

2.1.1. Importancia mundial

El maíz es uno de los cultivos más versátiles debido a que se encuentra en una gran variabilidad de ambientes. Prácticamente se encuentra en todo el mundo, su cultivo se ha extendido desde los 58° de latitud Norte en Canadá y Rusia, hasta los 40° de latitud Sur en Argentina y Chile. También, es posible encontrarlo desde los 3,800 msnm, como en las cordilleras de los Andes, hasta en altitudes por debajo del nivel del mar como en las planicies del Caspio (FAO, 2001). En los últimos 11 años, se han cultivado más de 120 mil variedades de maíz (SIAP, 2008) en 164 países, con una cosecha de 630.3 millones de toneladas de maíz (FAO, 2004). El líder mundial en producción es E.U.A con el 43% de la producción mundial, el segundo lugar lo ocupa China con el 18%, el tercer lugar Brasil con el 6%, y el cuarto lugar lo ocupa México y Argentina con el 3% (Vega y Ramírez, 2004).

2.1.2. Importancia nacional

El maíz es el cultivo más emblemático de los mexicanos, por la extensión de la superficie sembrada; así como por el volumen de producción que se obtiene. Los principales cereales cultivados en México son el maíz, trigo, sorgo, avena y cebada. El maíz participa con un 63% del volumen total de los cereales cosechados, le sigue el sorgo con el 22%, el trigo con el 11% y el resto con solo el 4% (SIAP, 2008). El 81% de la producción de maíz se obtiene en el ciclo primavera-verano bajo la modalidad de temporal, y el 19% en el ciclo de otoño-invierno bajo la modalidad de riego (SDR, Fomento Económico y Gobierno de Chiapas, 2005).

El maíz se cultiva en todos los estados, climas y altitudes. La siembra se hace con una infinidad de variedades y se consume de muy distintas formas (Fournier, 1996).

La producción de maíz genera actividad para muchas personas en el medio rural. En México, 3.1 millones de agricultores cultivan maíz. En esta actividad están vinculados 12.5 millones de activadores del campo, que representan el 55% de la población total agropecuaria (CNPAMM, 2007). La producción de maíz genera empleos para tres millones de agricultores y entre 15 y 18 millones de personas dependen de este cultivo para ganarse la vida (Saad, 2004).

El valor de la producción de maíz es importante en México. En 2006 el valor de la producción fue de 44,439 millones de pesos y representó el 12.5% del PIB agropecuario; aunque esta estimación no consideró el maíz de autoconsumo.

El maíz representa la principal fuente de energía alimenticia de los mexicanos. Anualmente en México se consumen 11 millones de toneladas de maíz blanco para elaboración de tortillas (SAGARPA, 2007b). El consumo *per cápita* de tortilla anual es de 70 kg (FIRA, 2008). Por otro lado, la CNMI (2004) menciona que el consumo *per cápita* de grano de maíz es de 105 kg/año. La demanda nacional es de 24.6 millones de toneladas de maíz, sin considerar el maíz quebrado y sus subproductos comprados en el mercado internacional (Polanco y Flores, 2008).

México no es autosuficiente en la producción de maíz, a pesar de ocupar el cuarto lugar en producción a nivel mundial (FAO, 2004; Vega y Ramírez, 2004). Las necesidades se cubren con importaciones y se ocupa el cuarto lugar en este rubro. En los últimos años se han importado al país un total de 5.8 millones de toneladas anuales, lo que equivale a un valor promedio de 850 millones de dólares. Del total del maíz importado, el 96% se refiere al maíz amarillo y el 4% corresponde al maíz blanco, semilla para siembra, maíz palomero y otros tipos.

2.1.3. Importancia estatal

El estado de Guerrero ocupa el séptimo lugar en producción de maíz a nivel nacional (Torreblanca, 2010). El estado de Guerrero tiene una amplia diversidad ecológica

determinada por una accidentada orografía del estado y en todo el estado se cultiva maíz. Es posible encontrar el maíz desde los 23 hasta los 2470 msnm. El cultivo se realiza en casi el 50% de la superficie total agrícola del estado, principalmente bajo el régimen de temporal (Gómez *et al.*, 2007). En el estado se siembran 500 mil hectáreas en cerca de 50 agrosistemas. El rendimiento medio estatal es de 2.1 ton.ha⁻¹. Los rendimientos más altos son de 3.5 ton.ha⁻¹, los cuales se obtienen en 125 mil hectáreas de las regiones del Centro, Norte y Tierra Caliente. Los rendimientos de mediano potencial (similar al promedio estatal) se producen en 250 mil hectáreas, que están distribuidas en núcleos aislados en todo el estado. Los rendimientos de bajo potencial, menores a 1.0 ton/ha⁻¹, se obtienen en 125 mil hectáreas que se encuentran distribuidos en las regiones: Costa, Centro y la Montaña. Con humedad de riego se siembran 15 mil hectáreas con rendimientos que oscilan entre 3.5 a 4.0 ton.ha⁻¹. En la producción se emplean 20 millones de jornales por año y benefician a 120 mil familias rurales (Gómez *et al.*, 2007).

El 85% de la superficie sembrada con maíz es realizado con variedades nativas (Gómez *et al.*, 2009). Palemón *et al.*, (2009) mencionan que la siembra de maíz nativo prevalece donde las variedades mejoradas no representan la solución para incrementar el rendimiento.

2.1.4. Importancia local

En el municipio de Cualac, el maíz es importante debido a que existen más de 948 productores de este cereal, y utilizan una superficie de 1748.75 ha (SAGARPA, 2007a). El rendimiento aproximado es de una tonelada por hectárea. Este bajo rendimiento es debido a que la mayoría de los productores siembran en tierras consideradas como de alto riesgo (Gómez *et al.*, 2007). Para el caso específico de la comunidad de Cualac, existen más de 154 productores de maíz que cultivan una superficie total de 330.8 ha. La superficie promedio de cultivo por productor es de una a tres hectáreas. El rendimiento por hectárea es de más de una tonelada, este rendimiento supera al

promedio del municipio, debido a que en esta comunidad existen los mejores suelos del municipio (SAGARPA, 2007a).

2.2. Origen y antigüedad del maíz

2.2.1. Origen del maíz

El origen botánico del maíz se explicó inicialmente con cuatro hipótesis. La primera señalaba que el maíz se originó del teosintle, por selección directa, por hibridaciones con otra gramínea o por mutaciones. La segunda refería que el maíz cultivado, el teosintle y el *Tripsacum* descienden de un ancestro común de tipo perenne el cual ya se ha extinguido pero que pudo haberse originado en las tierras altas de México o Guatemala (Weatherwax, 1955). La tercera fue propuesta por Mangelsdorf y Revees (1939), quienes sugirieron la hipótesis tripartita con los siguientes argumentos: primero, que el maíz silvestre fue una forma de maíz tunicado, nativo de las tierras bajas de América del sur; el segundo argumento aseveró que el teosintle se originó del cruzamiento entre el maíz cultivado y el *Tripsacum* en América Central, y el tercer argumento consideraba que las variedades modernas del maíz de Centroamérica y Norteamérica, se originaron por la cruce del maíz con *Tripsacum* o con el teosintle. La cuarta hipótesis fue propuesta por Anderson (1945), en la que sugería que el maíz silvestre con $2n=20$ cromosomas se pudo haber originado por el cruzamiento de dos especies que tenían $2n=10$ cromosomas cada una y se refería a los géneros *Coix* y *Sorghum*, teniendo como escenario de este hecho el sureste de Asia. Sin embargo, las cuatro teorías anteriores fueron rechazadas por los estudiosos del tema; la primera hipótesis fue rechazada en base a los 60,000 años de antigüedad de los granos de polen fósil de maíz encontrados a 70 metros de profundidad en las excavaciones de construcción de la Torre Latinoamericana del D.F. También, en el mismo lugar se encontraron granos de polen a menor profundidad y antigüedad. Este hallazgo hizo pensar a Mangelsdorf (1959) que el maíz se originó primero que el teosintle; por lo tanto, no pudo haber sido progenitor del maíz. Mangelsdorf y Revees (1959c) rechazaron la hipótesis de Weatherwax sobre el ancestro común, porque se trata de

una hipótesis que no se presta a comprobación. También rechazaron la hipótesis de Anderson, debido a que el maíz no se conocía en Asia antes del descubrimiento de América. Weatherwax (1950) y Galinat (1963) terminan diciendo que no había un parentesco bien ligado entre el maíz y el género *Coix*. Mangelsdorf y Reeves rechazaron las tres primeras teorías, pero tampoco fueron convincentes con su hipótesis tripartita, de modo que también fue rechazada.

Los ojos de los interesados sobre el tema del origen del maíz, voltearon a revisar otra vez a la planta del teosintle y pusieron especial atención a los cromosomas de ambas plantas. En los cromosomas, observaron una coincidencia de 10 cromosomas de sus células gaméticas; además, encontraron que los cromosomas de maíz y teosintle son muy semejantes en longitud, en la posición del centrómero y se asocian en forma normal en la profase meiótica. Otra cualidad que tienen ambos, es que se cruzan con facilidad de manera natural y sus híbridos descendientes son muy fértiles. También se observaron una semejanza morfológica entre ambas plantas, debido a que se han desarrollado en la misma área ecológica y bajo los mismos factores de selección natural. Considerando las evidencias de semejanza morfológica, genética y citológica de ambas plantas, los estudiosos del tema concluyeron que el teosintle es el ancestro del maíz cultivado (Miranda, 1966).

2.2.2. Origen geográfico del maíz

Para determinar el centro de origen geográfico de las plantas cultivadas, se toma en cuenta el centro de distribución de las plantas silvestres emparentadas con la planta en estudio, el centro de distribución de la mayor diversificación morfológica y genética de la planta cultivada, datos arqueológicos y reliquias, datos históricos y etimología de los nombres vulgares; así como el centro de mayor abundancia de parásitos de la planta en estudio. Basado en estas disciplinas, Vavilov, situó como centro de origen primario del maíz, el sur de México y Centroamérica, y como centro de origen geográfico secundario a los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia. Aunque existen otros investigadores como Anderson (1945) que supone al sureste de Asia como centro de

origen geográfico del maíz, y que desde ahí se distribuyó al nuevo mundo en tiempos precolombinos. Pero ambas teorías son poco creíbles, debido a que si el maíz fuera de Asia, se hubiese expandido por toda Europa y Asia menor, antes de la conquista de América. Además los maíces fósiles encontrados en Asia, fueron encontrados también en varias partes del continente americano, como es el caso del maíz ceroso o chino (Paliwal, 2001).

2.2.3. Antigüedad del maíz

Antes de describir la antigüedad del maíz, vale la pena describir a grandes bosquejos el escenario de la humanidad. En la recopilación de Muñoz *et al.*, (2005) se menciona que hace 100 millones de años el continente americano estaba en proceso de separación de África y el viejo mundo. En aquel entonces el territorio mexicano se encontraba bajo el mar; el despejamiento total de las aguas ocurrió hasta hace unos 20 millones de años. Reyes (1990) menciona que la historia de la humanidad se estima en una antigüedad de tres millones de años y la aparición del hombre en América data de 12 a 15 mil años, aunque MacNeish (1988) menciona que el poblamiento de Norteamérica ocurrió hace más de 50 mil años, y el poblamiento del Valle de México fue hace unos 22 mil años (Lorenzo, 1977).

Con respecto a la antigüedad del maíz, Turrent (2004) manifiesta que el maíz tiene su origen en la región de mesoamericana entre los años 9000 y 5000 a.c. Piperno (2001) dice que las evidencias arqueológicas acerca de los usos del maíz en el Altiplano, datan desde hace 6,250 años. Por su parte Reyes (1990) menciona que la agricultura inicio en América hace 10 mil años. Wilkes (1979) señala que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores de hace unos 7,000 a 10,000 años. Este mismo autor comenta que la evidencia más antigua del maíz como alimento humano son unas pequeñas mazorcas de hace unos 5,000 años encontradas en cuevas donde habitaban los primitivos. Wellhausen (1951) menciona que los olotes de maíz prehistóricos localizados en la Cueva del murciélago datan de unos 2,000 años

antes de la Era Cristiana; por lo que deduce que las razas mexicanas actuales son producto de 4,000 años o más de evolución bajo cultivo.

Se puede apreciar que entre los años 3,500 a 2,300 antes de Cristo, la agricultura en México ya era parte del modo de vida de muchos pueblos, y que el cultivo del maíz fue el más importante sustento para el desarrollo de las culturas mexicanas. Por ejemplo, la civilización Olmeca floreció entre 1500 a 300 a. c. en el sur de Veracruz y norte de Tabasco, esta fue la primera cultura mesoamericana fundada en el cultivo del maíz. Esta cultura heredó sus conocimientos y su primer Dios del maíz Quetzalcóatl a las demás culturas como los Teotihuacanos, los mayas, toltecas, mixtecas y mexicas (Florescano, 2003), y su influencia llegó hasta los Incas y Quechuas en la región Andina de Sudamérica (Serratos, 2009).

2.3. Diversidad biológica y conocimientos campesinos

La diversidad se refiere a la variedad de especies que existen en una localidad, comunidad, ecosistema o agroecosistema; es decir, es el grado de heterogeneidad de los componentes bióticos existentes en un agroecosistema (Gliessman, 2002). La biodiversidad es un término que se aplica a todas las especies para describir su variabilidad genética, las comunidades y ecosistemas en que estas existen. La biodiversidad; además, tiene “valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos” esenciales para la vida humana (CCA, 2004). La CONABIO (2006) menciona que México es un país en extremo diverso y complejo. La diversidad es visible en la forma, ubicación y topografía de su territorio; en sus ecosistemas; en la diversidad biológica existente, en su historia y en sus culturas.

2.3.1. Diversidad del maíz

Para el caso de México, la diversidad del maíz se mantiene fundamentalmente en las comunidades rurales locales e indígenas. En ellas se han producido las razas de maíz

criollo y se encuentran en constante cambio a través de la selección humana y del ambiente. Se puede acuñar la idea de que las razas y variedades de maíz no son entidades estáticas ni homogéneas en el país; si no todo lo contrario, el maíz criollo corresponde a las diferentes variedades regionales de grano de todo México (CCA, 2004). La diversidad genética del maíz en la agricultura tradicional, cobra gran importancia en la actualidad, ante el aumento de la población y las deficiencias alimentarias. Este patrimonio genético constituye una esperanza para garantizar la producción en el futuro.

Diversos estudios han mostrado la diversidad regional y local del maíz. Taboada (1996) en un estudio sobre diversidad de poblaciones de maíz en el Valle de Serdán, Puebla, encontró una gran variabilidad en el comportamiento agronómico de los materiales evaluados, producto de la gran diversidad genética de los maíces criollos de la zona.

López (2005) en un estudio sobre la caracterización, utilizando variables de tipo morfológico y fenológico, de la diversidad del maíz del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, encontró dos grupos de maíz. El primer grupo de poblaciones son maíces de grano chico, y el segundo maíces de grano grande. Ambos grupos se subdividen en tres subgrupos, según su ciclo, en precoz, intermedio y tardío. Adicionalmente, López (2005) relacionó la variabilidad de los maíces con las condiciones meteorológicas y encontró que los maíces de grano chico se localizan en áreas con una altitud cercana a 72 msnm, con precipitación pluvial de 935 mm, temperatura media anual de 27°C y una evaporación de 2302 mm. Por el contrario, los maíces de grano grande, se ubican a altitudes de 346 msnm, con precipitaciones mayores a 1209 mm, la temperatura media anual de 24°C y una evaporación de 1512 mm. Estas condiciones meteorológicas establecen la demarcación natural del maíz de grano chico o también conocido como de la raza Zapalote chico, que predomina en las tierras costeras del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Las condiciones ambientales ejercen una presión de selección natural sobre las poblaciones nativas de maíz de grano chico, ya sea en verano para los cultivares de temporal o bien en invierno para los cultivares de riego. Por lo que las

poblaciones de grano chico se mantienen como plantas de ciclo precoz, porte bajo y con pocas hojas; en contraste a los maíces de grano grande, dado a que se distribuye principalmente en sitios con elementos climáticos más favorables, las plantas son de ciclo tardío, de porte alto y con mayor número de hojas (López, 2005).

Otra de las muestras de la variabilidad genética del maíz es reportado en el estudio de Herrera *et al.*, (2004). Estos autores estudiaron la diversidad de poblaciones de maíz en las inmediaciones de las localidades de Chalco y Amecameca que están situadas a una altura entre los 2000 a 2600 msnm en la región oriental del estado de México. Herrera *et al.*, (2004) encontraron que en esta región existe diversidad genética, se distribuye en cinco grandes grupos. El primero agrupo, los maíces Cónico, Palomero Toluqueño y Cónico Norteño; definidos principalmente por su número de hileras de grano por mazorca, días a floración y altura de planta. En el segundo agrupo, los maíces Chalqueño y Cónico, caracterizados principalmente por la relación de la anchura de grano/longitud y porcentaje de olote. En el tercer grupo, se ubicaron los elotes Chalqueños-Chalqueño; distinguidos por sus altos valores en diámetro de la mazorca y longitud de grano. Además; este tercer grupo se subdividió en tres subgrupos nombrados como Chalqueño de Grano Cremoso, Elotes Chalqueños de Grano Azul y el maíz Chalqueño de Grano Blanco, conocido como Maíz Palomo. En el cuarto grupo, se ubicó el maíz Cacahuacintle y Ancho, reconocidos por sus altos valores de diámetro de la mazorca, longitud de grano, anchura de grano, volumen de grano, la relación de grano anchura/longitud, grano más cuadrado y menor número de hileras por mazorca. Finalmente, el quinto grupo, estuvo integrado por el maíz Mushito y Chalqueño Arrocillo; caracterizados por su ciclo vegetativo tardío, plantas altas, olote grueso, muchas ramas en la panícula y tendencia del grano a ser pequeño. De los cinco grupos de maíz, el tipo racial nativo predominante es de la raza Chalqueño con los subtipos Elotes Chalqueños azul harinoso y Chalqueño crema dentado. Las plantas de esta raza, son de porte alto, tolerante a la sequía y bajas temperaturas, aunque susceptible a las heladas. Los autores comentan que aunque se pueda distinguir a las poblaciones por su morfología, distribución geográfica y adaptación ecológica, su

identificación como raza se dificulta. Esto es debido a que se han trasladado y cultivado en áreas lejanas a su centro de distribución, y han estado sujetas a las variaciones ambientales, aislamiento geográfico, recombinación entre las razas aledañas y la selección de los agricultores (Herrera *et al.*, 2004).

2.3.2 Dinamismo de la diversidad genética del maíz

La diversidad de los maíces es dinámica y evolutiva a través del tiempo y el espacio; por ejemplo, Robles (1985) comenta en la selección masal de una población determinada, se escogen plantas y mazorcas con fenotipos deseables, con el fin de contar con una descendencia homogénea al menos de sus atributos fenotípicos; pero la realidad es que las semillas así seleccionadas representan un compuesto de varias líneas genéticas, que aunque son parejas en los atributos con los cuales fueron seleccionados, difieren en otras características no apreciables al momento de la selección. Por esta razón, el reemplazo o intercambio de semillas entre unidades de producción puede resultar en la difusión de unas líneas y en la extinción de otras (Dyer y Taylor, 2007). La conservación y selección de semilla en una serie de años, en un sentido estricto de una sola unidad familiar, conlleva a la pérdida de la biodiversidad, debido a que la interacción de genes se reduce al mínimo, al reducirse el tamaño de las poblaciones (Ortega, 2003). Por lo anterior, es conveniente la interacción entre variedades de maíz para dinamizar el intercambio de características fenotípicas y genotípicas, sobre todo de las variedades con características más deseables a los propósitos del productor. Con este dinamismo evolutivo se van generando las variedades criollas. Es una práctica común que los productores siembren en un mismo campo de cultivo diversos tipos de granos y ocasionen que las variedades adquieran nuevas características y pierdan otras. Esto sucede cada ciclo agrícola y a través de los años. Esta cadena de transmisión de genes ha provocado que las razas y variedades que actualmente se cultivan sean diferentes a los maíces recolectados hace algunas décadas por algunas instituciones en una misma comunidad. Por lo tanto, las poblaciones de maíz no han dejado de evolucionar bajo la influencia del campesino y del medio ambiente (Iwanaga, 2002).

El maíz es una planta alógama polinizada por el viento, lo que facilita la polinización cruzada; es decir, el polen de una planta se transporta a otra y crea un flujo natural de genes que mantiene la diversidad y evita la endogamia o reproducción de maíces de la misma familia. La endogamia, da lugar a individuos con características genéticas indeseables. Esta dinámica natural de cruzamientos intervarietales favorece la continuidad del proceso evolutivo del maíz, aunque frecuentemente genera mayor dificultad en su clasificación para determinar con toda claridad lo que es una raza de maíz (Wellhausen *et al.*, 1951). Ortega (2003) considera que como la polinización del maíz es cruzada, la planta generada es un híbrido, puesto que proviene de plantas progenitoras diferentes. Así, un alto número de genes de esta planta está en condición heterocigótica; lo que significa que si esta planta de maíz de una población nativa es autofecundada, está segregará muchos tipos de plantas diferentes, pero serán mucho más débiles que la planta madre, debido a pérdida de la heterocigosidad. Entonces, la heterocigosis generada por la polinización cruzada es uno de los mecanismos que mantienen la viabilidad, productividad y otras características de la población nativa.

Reyes (1990) considera que la naturaleza alogámica del maíz, es la fuente principal de su evolución natural a través de los más de 7,000 años de domesticación. En este periodo el maíz se ha cultivado con diferentes tecnologías y condiciones agroclimáticas, por diversos grupos étnicos e interactuado con otros factores evolucionistas como mutaciones, selecciones, cruzamientos e hibridaciones; todo esto ha contribuido a la evolución del maíz y ha generado la formación de múltiples razas y variedades. La diversidad se manifiesta en la amplia variación en el tipo de plantas, mazorcas y granos.

Wellhausen (1951) supone que los factores de la evolución inicial del maíz fueron un alto grado de mutaciones genéticas, la selección natural y la intervención del hombre. Estas causas han propiciado que el tamaño de la mazorca haya aumentado gradualmente durante 4,000 años. Inicialmente el hombre fue nómada y visitó diferentes puntos geográficos, posteriormente se hizo sedentario; En este trayecto, el

hombre llevó semillas de maíz que adaptó a las condiciones climáticas locales; lo que fue creando nuevas variedades criollas y razas de maíz, aún sin la intervención directa, intencional y consciente del hombre.

Por otra parte, se puede mencionar que existe un intercambio constante y recíproco de plasma germinal entre el maíz con el teosintle, debido a que el periodo de floración de ambos coincide; dando lugar al cruzamiento entre las dos especies teosintle-maíz, maíz-teosintle. Por ejemplo, el teosintle de la región de Chalco en el estado de México ha adquirido algunas características distintivas del maíz de la región. En el teosintle se distinguen en las vainas de las hojas coloración pronunciada y pubescencia. En granos de teosintle, en ocasiones se puede encontrar endospermo amarillo (Mangelsdorf, 1947). La influencia del teosintle en el maíz se manifiesta en el endurecimiento del raquis y sus glumas.

2.3.4. Definición de maíz criollo

Maíz criollo, es un término usado por los campesinos que comúnmente se utiliza para denotar a un material nativo de una comunidad, región, estado o país, y que se diferencia de un material extranjero, de un maíz híbrido o de una variedad mejorada. Está conformado por una población heterogénea de plantas, las cuales son diferenciadas por los agricultores por su color, textura, forma del grano, forma de la mazorca, ciclo de cultivo y uso. Son materiales que han sido formados por los agricultores durante muchos años, mediante una selección empírica. Los agricultores conservan y manejan año tras año en un complejo sistema de intercambio de semillas y genes (Aragón *et al.*, 2005; CONANP, 2009). Aragón *et al.*, (2005) consideran como maíz criollo, “criollo hibridado” o “criollo mejorado” a la población de plantas resultante de un cruzamiento natural o artificial, siempre y cuando la población tenga un 75% de la constitución genética del material criollo original y solo el 25 % del material mejorado. Por otra parte, Navarro *et al.*, (2009) menciona que los productores de maíz de la Costa Chica guerrerense, definen al maíz criollo como un grano originario de la región, cultivado por tradición, adaptado a las condiciones locales, que ha sido heredado por

sus padres y abuelos como un legado y patrimonio, y que representa la base de su alimentación.

La población local, según menciona Gutiérrez *et al.*, (1983) citado por Ortega (2003), es un grupo de individuos de la misma especie que se desarrollan lo bastante cerca unos de otros para efectuar cruza de hibridación e intercambiar genes.

Gliessman (2002) define que variedad criolla o variedad local se refiere al linaje de una especie criada, usando métodos tradicionales de selección dirigida y adaptada a una localidad específica.

Reyes (1990) define el término de variedad, el grupo de individuos de una raza con rasgos genotípicos más estrechos que tiende a formar grupos de plantas más similares. Las variedades pueden agrupar plantas, ya sea por su precocidad, altura de planta, color de frutos, color de follaje y caña, etc. Pueden existir variedades nativas, las cuales fueron originadas y evolucionaron en un determinado lugar, y las variedades criollas, son aquellas plantas introducidas a una determinada región en la cual fueron adaptadas a las condiciones ambientales existentes. Debido a que las variedades criollas del maíz se polinizan libremente, se puede decir, que todos los años se tiene una diferenciación de variedades; por lo tanto, se tienen tantas variedades como productores existentes en una región.

Louette y Smale (1996) construyen la definición de variedad utilizando los conceptos y prácticas propias del productor, y la concretan como: toda cantidad de semilla conservada por los campesinos que la soportan con el mismo nombre y son considerados por ellos para formar una colección homogénea. Por lo que un lote de semilla hace referencia a una unidad física de granos asociados con el campesino que lo sembró, por lo tanto, una variedad está asociada con un nombre. Por otra parte, una variedad es definida como “local” cuando la semilla de cierta especie ha sido plantada en la región por lo menos una generación de productores; es decir, por más de treinta

años o si un productor sostiene que su papa lo solía sembrar. Esta definición implica que la variedad local ha sido cultivado continuamente y por muchos años (Louette y Smale (1996). O dicho de otro modo, una variedad local es utilizada por las comunidades rurales cuyo origen es el resultado de sus prácticas, usos y costumbres. Los agricultores reconocen a las variedades locales y tienen un nombre local para cada una de ellas (CONANP, 2009).

Louette *et al.*, (1997) en su discusión sobre la pertinencia de modelos de conservación *in situ* de los recursos genéticos de plantas cultivadas, basados en el aislamiento geográfico de una comunidad, señalan que la escala geográfica a la que una variedad campesina pueda ser definida como “local”, rebasa el nivel de la comunidad. Así por ejemplo, un lote de semilla introducido que presenta las características fenotípicas de una variedad local puede ser considerado por los agricultores como parte de la variedad local. Entonces, la diversidad genética en ésta comunidad, es el resultado de cierto nivel de introducción de material genético y no de su aislamiento geográfico. Por lo que una variedad, en su definición exclusivamente campesina, se considera como un sistema abierto; lo cual contrasta con el concepto de variedad estable, distinta y uniforme, manejado por los sistemas de fitomejoramiento y conservadores de recursos genéticos. Visto a la variedad como un sistema abierto, su composición cambia a través del tiempo, la forma y el espacio; tanto en los lotes de la semilla como en su estructura genética. Cada lote está sujeto a una fluctuación de su diversidad, y es sometido a constantes flujos genéticos por las parcelas vecinas o por la introducción de otras variedades (Louette, 1996).

En el presente documento se empleará el término poblaciones nativas de maíz, para hacer referencia a aquel conjunto de individuos que se reproducen mediante polinización cruzada en un ambiente local; este grupo de individuos es el resultado de un proceso de selección empírica dirigida por el agricultor para satisfacer sus necesidades de consumo y para enfrentar sus particulares condiciones socioeconómicas y naturales de producción. Estas poblaciones son diferentes y

distinguibles unas de otras, por lo que es posible precisar su identidad y caracterizarlas morfológica y genéticamente.

2.3.5. Importancia de la diversidad nativa del maíz

La diversidad de las especies agrícolas es sumamente importante para las poblaciones humanas, cuyos modos de vida dependen del medio ambiente y los servicios del ecosistema (FAO, 2008); De las especies agrícolas se obtienen materias primas y fuentes de alimento imprescindible para la sociedad (CONABIO, 2006).

Clawson (1985) menciona que la existencia de una gran variedad de especies de plantas significa un importante recurso para las comunidades que sobreviven con una agricultura de subsistencia; dado que la diversidad de plantas es la base para mantener los actuales sistemas biológicos y de producción, esenciales para el sustento de las comunidades locales. De este modo, la biodiversidad del maíz es fundamental para la agricultura y la producción de alimentos, dada su aportación a la alimentación humana (ASERCA, 2004).

El conjunto de colecciones criollas y/o mejoradas con las que se cuenta en los bancos y las variedades criollas conservadas por los agricultores por muchos años en áreas dispersas, forman los recursos genéticos de maíz. Estos constituyen un tesoro de variación natural disponibles para los investigadores y agricultores (Reyes, 1990). Si se entiende a las variedades locales de maíz como una fuente principal de germoplasma para la obtención de líneas puras para ser usadas en el proceso de hibridación de esta especie; entonces, la reactivación de los estudios de las poblaciones locales de maíz son indispensables para ampliar la base genética del cultivo para un mejoramiento genético (Alfaro y Segovia, 2000).

2.3.6. Conocimientos y saberes campesinos

Existe una gran riqueza de saberes agrícolas tradicionales en las comunidades campesinas que se originaron en Mesoamérica, a partir de la aparición del maíz, hace

unos seis mil años; estos conocimientos se han enriquecido en cada ciclo agrícola y transmitido por tradición oral entre las generaciones (Gómez y Valdovinos, 2006).

Altieri (1993) menciona que el conocimiento campesino se origina de manera local desde las dimensiones lingüísticas, botánicas, zoológicas, agrícolas, además de otras formas. La información es extraída de la propia naturaleza a través de los sistemas de cognición y percepción derivados de la interacción del ser humano y su entorno. El conocimiento también procede del aprendizaje empírico experimental en la búsqueda y ensayo de nuevos métodos de cultivo (Toledo, 1991; FAO, 1996). Morán (1993) opina que el conocimiento campesino es de vital importancia e imprescindible para la sobrevivencia. El conocimiento campesino, se sustenta en la experiencia sobre los sistemas de producción tradicional y en el conocimiento integral de los recursos genéticos que responden a las necesidades básicas de acuerdo al estilo de vida que representa su evolución cultural.

El conocimiento sobre el manejo del cultivo del maíz nace a partir de la sedentarización del hombre, pasando por las diferentes épocas de la historia. Con los conocimientos generados por las mujeres y hombres prehispánicos no solo se obtuvo en maíz, sino también, alrededor de 118 especies de plantas en Mesoamérica. En esta zona se incluye México, y es considerado como uno de los centros mundiales de domesticación de plantas de importancia económica (Hernández, 1993). El conocimiento empírico y tradicional conservado a través del tiempo, se convierte en un sistema de innovación y técnica autóctona, que entran en congruencia y compatibilidad con el conocimiento científico.

El sistema de innovación autóctona o indígena se puede definir como aquellos conocimientos de los habitantes originales de una localidad, territorio o región. Los conocimientos sobre la domesticación, mejora y usos culturales de los recursos naturales se han desarrollado en el transcurso de milenios, mediante la cuidadosa observación, registro y transmisión de conocimientos, saberes y técnicas a las

sucesivas generaciones (Polanco y Flores, 2008). Los conocimientos sistematizados están aún vigentes en la agricultura tradicional, estos conocimientos ayudan a la conservación del germoplasma de los recursos naturales y a la continua mejora y adaptación de las variedades nativas a diversas y difíciles condiciones productivas que caracteriza a la agricultura de subsistencia o campesina (Muñoz *et al.*, 2005).

2.3.7. Valoración de los conocimientos tradicionales

Carabias (1995) menciona que la revaloración y la pertinencia de los conocimientos tradicionales exentos de prejuicios muestran que, lejos de ser obsoletas, las culturas campesinas e indígenas son herederas de un conocimiento y una visión adecuada para el uso más racional de los recursos y a partir de ello aportar una oferta de alimentos y materias primas en condiciones de eficiencia ecológica. En muchos ambientes las visiones y conocimientos holísticos continúan teniendo una importancia primordial para los campesinos, la gente rural y urbana, a pesar de que algunas sociedades se esmeran por descartarlas, prohibirlas o ridiculizarlas (Pengue, 2005). En el mejor de los casos, en muchas sociedades, los conocimientos autóctonos se les considera “reserva” de saberes, incluyendo a las mejores prácticas de la agricultura sostenible, imprescindibles para la vida productiva actual (FAO, 2008).

2.4. Factores que favorecen la diversidad de maíces criollos

La diversidad biológica es el resultado de la compleja topografía, geología, y de los diversos climas que existen en los ecosistemas y nichos ecológicos (CONABIO, 2006) A continuación se describen los factores que favorecen la diversidad de los maíces y demás plantas y animales.

2.4.1. Fisiografía

El territorio mexicano está integrado por diez provincias fisiográficas. En ellas quedan de manifiesto las más variadas condiciones geográficas, orográficas, geológicas, geoformas (relieve), hidrológicas, influencia de las corrientes oceanográficas y

climáticas. La primera provincia está formada por la **Península de Baja California** y en ella se encuentran las Sierras de la Giganta y San Pedro Mártir. Al Noreste corre el Río Colorado. Muy cercana a esta; se encuentra la provincia de la **Llanura Costera del Noroeste**. Esta se localiza en los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Los Ríos más importantes son Altar, Sonora, Fuerte y Mayo. Por el lado oriente del país se localiza la provincia de la **Sierra Madre Oriental**. La cual se extiende entre la Llanura Costera del Golfo de México y la Altiplanicie Mexicana. Sus mayores alturas son los de los volcanes de Perote (4,280 m) y el Pico de Orizaba (5,747 m). Al occidente del país, se eleva la provincia de la **Sierra Madre Occidental**. Esta se ubica entre la Llanura Costera del Noroeste y la Altiplanicie Mexicana. La **Altiplanicie Mexicana** ocupa gran parte del centro y norte del país. La limitan la Sierra Madre Oriental, la Sierra Volcánica Transversal y la Sierra Madre Occidental (Álvarez, 1958; Rzedowski, 2006). Al llegar a la zona de mayor densidad demográfica, se encuentra la provincia de la **Sierra Volcánica Transversal**; que parte del Golfo de México al Océano Pacífico, con una longitud de 900 km. Alberga una serie de volcanes, entre los que figuran el Popocatepetl (5,450m), el Iztaccíhuatl (5,326m) y el Nevado de Toluca (4,558m). La cuenca más importante es la del Valle de México, donde se localiza el Distrito Federal. Continuando con la travesía del mismo rumbo; se localiza la provincia de la **Depresión del Balsas**; en ella corre el Río Balsas y tiene una extensión de 112,893Km². Abarca los estados de Puebla, Morelos, México, Michoacán y Guerrero. Vecino a esta provincia y a lo largo de las costas del océano Pacífico que va desde Colima hasta Oaxaca, se extiende la provincia de la **Sierra Madre del Sur**. Por la región del Sureste mexicano, se localiza la provincia del **Istmo de Tehuantepec** entre dos entrantes oceánicas, la del Pacífico y la del Atlántico. Tiene amplias llanuras con leves elevaciones, abarca los estados de Veracruz y Oaxaca. Finalmente, la provincia de la **Llanura Costera del Golfo y Península de Yucatán** (Álvarez, 1958). Por otro lado, el INEGI (2010) reporta 15 provincias fisiográficas, las cuales son subdivididas en 73 subprovincias y 13 discontinuidades. Esta diversidad convierte a México en uno de los países del mundo con mayor variación en sus características topográficas. También influye directamente en las condiciones climáticas, tipos de suelo, en la vegetación y en

las condiciones económicas. En cada una de las provincias antes descritas, guardan dentro de sí, un gran número de cuencas y subcuencas que contienen cerros, lomeríos, valles, cañones, cañadas, llanos y joyas o atentles, que conforman las microrregiones o nichos ecológicos muy peculiares en donde se realiza la producción de maíz de temporal.

Muñoz (2005) menciona que en los terrenos de cada uno de los nichos ecológicos, existe variación en el suelo, referente a fertilidad, pendiente, profundidad, color y textura; además existe variación en la cantidad de lluvia, nubosidad, temperatura, luz solar; estas variaciones climáticas son diferentes de un lugar a otro y de un año a otro. Por otra parte, también se debe considerar que los grupos humanos se han establecido en los numerosos nichos ecológicos, y practican el mejoramiento genético a través de la selección de sus maíces.

La variación en la ubicación y características físicas de México, provocan una gran diversidad de condiciones ecológicas. Las zonas ecológicas se agrupan en: árida, semiárida, tropical subhúmeda, templada subhúmeda, tropical húmeda, templada húmeda y alpina. Esta diversidad ecológica guarda estrecha relación con el asentamiento de la gran diversidad de grupos humanos, los cuales generaron los diversos sistemas de cultivo que en su mayoría son vinculados al cultivo del maíz.

Altieri (1999) comenta que cada región tiene una configuración única de agroecosistemas. El agroecosistema, es el resultado de las variaciones locales en clima, suelo, relaciones económicas, estructura social e historia.

2.4.2. Diversidad cultural

México, es una nación multicultural y plurilingüe. Existen en el país 62 grupos etnolingüísticos (CONAPO, 2000). Estas culturas han sido los impulsores natos de los procesos de domesticación y los artífices de las razas de las diversas especies

vegetales como el maíz. El 80% de los ecosistemas en buen estado de conservación y mayor diversidad están en las comunidades rurales e indígenas (CONABIO, 2006).

Por lo anterior descrito, se genera un trinomio de colaboración; es decir, nicho ecológico-planta-selección. Entonces, la diversidad de plantas de maíz, es resultado de la acción de mutaciones, migración, recombinación, la selección por el hombre y el ambiente; los cuales han modelado la adaptación de las poblaciones de maíz al nicho ecológico específico. Los maíces que se desarrollan bajo estas condiciones, crean variabilidad genética y se denominan variedades nativas (Muñoz, 2005).

2.4.3. Razas ancestrales y teosintle

Wellhausen *et al.*, (1951) menciona cuatro causas que favorecen la diversidad de los maíces en México. En la primera causa menciona que en México existen razas primitivas que dieron origen a diversas variedades de maíz, ya sea por mutaciones o por intervención del hombre en las diversas regiones del país. Como segunda causa consideran que en diversas épocas se ha registrado influencia de los maíces típicos de los países del sur que se hibridaron con las variedades indígenas surgidas del maíz tunicado. En la tercera causa comentan que el teosintle que aún sigue cruzándose con los maíces, le introduce nuevas características que le proporcionan variación; y la cuarta causa, considera a la irregular geografía mexicana que determina a los nichos ecológicos.

2.4.4. Fecundación alógama.

El maíz es una planta alógama, por lo cual la fecundación es cruzada; es decir, los gametos que se fusionan para generar el cigoto, se forman en plantas diferentes. Por lo tanto, la polinización ocurre de forma abierta, libre y al azar; es decir, el polen de las numerosas plantas es mezclado por el viento con la que poliniza y fecunda al azar los estigmas de los progenitores femeninos. La mezcla de polen puede polinizar plantas vecinas o distantes. Entonces, la semilla que produzca cada planta es un híbrido, como resultado de la cruce entre la planta que produjo el estigma y de una planta desconocida que produjo el polen. Entonces, la progenie de una sola planta tendrá un

progenitor común femenino y lo más probable es que el progenitor masculino sea desconocido. La relación genética de las semillas que darán lugar a las plantas de una progenie, se consideran como medios hermanos. El conjunto de las progenes se tiene que es una población heterogénea-heterocigótica; lo cual origina una gran variación genética del maíz a través del tiempo (Reyes, 1990).

2.4.5. Usos y color del grano.

Normalmente el uso del maíz tiene que ver con el color del grano, por ejemplo; el grano blanco es muy usado para la elaboración de las tortillas; el amarillo para la cría de animales; los granos morados, azules o colorados para la elaboración de antojitos; los maíces anchos para elaborar pozole, y los granos más dulces para consumo en elote. Por eso, cada agricultor tiene como mínimo dos poblaciones y en ocasiones hasta siete (Ortega, 2003).

2.4.6. Aptitudes agroecológicas, agrosistemas y periodo de lluvias

Otra de las causas de la diversidad de poblaciones de maíz, está relacionada con el sistema de manejo donde se cultivan y las aptitudes agroecológicas que deben poseer las variedades para que se desarrollen eficientemente, ya sean para zonas de Valles Altos, zonas intermedias o zonas bajas. También los agrosistemas son causa de diversidad, por ejemplo, existen maíces propios para la siembra de traspatio, barbecho o tlacolole; para establecerlos en suelos planos (0-5% de pendiente), con pendiente o de ladera (5-10%), en suelos escarpados (10-40% de pendiente); y con o sin asociación con otros cultivos. Por otra parte, si la temporada de lluvias se establece a tiempo, las siembras se realizan con variedades de ciclo precoz, intermedio o tardío, pero si las precipitaciones se presentan tardías, no existe más opción que sembrar semilla de ciclo precoz (Ortega, 2003).

El ambiente de un organismo se define como la suma de todas las fuerzas externas y factores bióticos y abióticos que afectan el crecimiento, estructura y reproducción de dichos organismos. La interacción de factores conforman un complejo ambiental que

puede tener consecuencias positivas o negativas en los agroecosistemas (Gliessman, 2002).

Ortega (2003) señala que cada población nativa tiene un rango de adaptación bien restringido, pero la enorme diversidad de poblaciones que se han formado a través de milenios de evolución bajo domesticación, le permite prosperar en condiciones extremadamente adversas. La diversidad de poblaciones locales está estrechamente relacionada con la diversidad de condiciones naturales de los sistemas agroecológicos. Por eso, hay maíces para zonas montañosas, para zonas planas, de lluvia o de riego, estas características determinan a cada nicho ecológico.

2.5. Patrón varietal

Existe diversidad de maíces nativos en los nichos. En cada nicho existen grupos de variedades, a los que se les puede denominar componentes, y cada grupo puede diferir uno de otro en precocidad, color de grano o uso. En cada nicho existe variación en el periodo en donde es usado, el cual depende de la humedad del suelo, temperatura, altitud o bien del inicio de las lluvias al cual pertenece a un régimen higrotérmico que se le puede denominar estrato o nivel ambiental de nicho (Muñoz, 2005). Al sistema que conjunta los grupos de variedades, los estratos o niveles ambientales y las relaciones entre sí, se denomina patrón etnofitogenético o patrón varietal. Los grupos de variedades con características similares, son componentes del patrón varietal Muñoz (2005).

Ejemplos de patrón varietal son, los reportados por diversos investigadores. Luna *et al.*, (2005) al estudiar el comportamiento de variedades precoces de maíz en la región semiárida y árida del centro-norte de México, conformada por los estados de Zacatecas, Durango, Aguascalientes y Oaxaca; encontró que las variedades más tardías mostraron mayor rendimiento en ambientes con mayor precipitación; las de ciclo intermedio y algunas precoces mostraron mayor rendimiento que las tardías en

ambientes con condiciones ecológicas intermedias o deficientes. En un estudio sobre la variabilidad de maíces en la Sierra Tarasca de Michoacán, Olvera (1999) determinó que en las variedades criollas de nichos ecológicos vecinos o relativamente alejados, existen efectos más fuertes en el comportamiento fisiológicos de las plantas a cambios de suelo que a cambios de temperatura y lluvia. Otro ejemplo de componente del patrón varietal corresponde a los maíces de cajete que se cultiva en la Mixteca Alta de Oaxaca, este sistema de siembra es un ejemplo de la diversidad genética y tecnológica. Estos maíces se siembran de febrero a marzo, en suelos profundos que conservan suficiente humedad residual para dar vida a la planta hasta los últimos días de mayo o principios de junio. Las plántulas atraviesan diversas etapas fenológicas con ausencia de lluvia de al menos 70 días; y estas plantas todavía son capaces de soportar la sequía intraestival que se presenta entre julio y agosto. Estos maíces son considerados como de ciclo vegetativo extremadamente largo o ultratardío, porque el periodo de siembra a cosecha es de ocho a nueve meses. Aún en estas condiciones el rendimiento del maíz de cajete llega a ser el doble de lo que rinden los maíces precoces de la misma región, sembrados al inicio de las lluvias (López y Muñoz, 1999).

2.6. Taxonomía del maíz

Los taxónomos basan su clasificación en la morfología y en la disposición de los verticilos florales, además de las diferencias estructurales de otras partes constitutivas de las plantas. Los citogenetistas realizan estudios del número y morfología de los cromosomas (Robles, 1985).

Ortega (2003) menciona que existe bastante confusión en las categorías taxonómicas que se emplean para clasificar las plantas cultivadas y que es útil no reducirse al nivel de raza. Por lo que propone que para el caso del maíz se considere los siguientes niveles de variación: individuo, población, forma, variedad botánica, subraza, raza, complejo racial y la subespecie *Zea mays ssp. mays*, que junto con otras subespecies como el teosintle, constituyen la especie botánica *Zea mays* L.

El término de raza, se define como una población con un conjunto sustancial de características en común que la distinguen como grupo y la diferencian de otras poblaciones; además, con capacidad de transmitir con alta fidelidad, dichas características a las generaciones posteriores y que ocupa una área específica (Anderson y Cutler, 1942). Cabe precisar que una raza no es solo una población, sino un conjunto de poblaciones (Hernández y Alanís, 1970). Por otra parte; Reyes (1990) define a raza como las poblaciones de individuos pertenecientes a una misma especie con características genotípicas similares; que manifiestan rasgos diferenciales y heredables, lo cual permite diferenciarlas de otras poblaciones de la misma especie. También el término raza puede considerarse como un conjunto de poblaciones con cierto grado de semejanza, adaptados a una región ecológica que agrupa una gama de variedades (Muñoz, 2005).

El término de subraza, indica que existen diferencias en un conjunto de características, pero muchas de estas aún siguen dependiendo de la raza principal que le dio origen; es decir, la subraza aún no ha adquirido otras características que la hagan totalmente diferente.

La población local es un grupo de individuos de la misma especie que se desarrollan lo bastante cerca unos de otros para efectuar cruces de hibridación e intercambiar genes. La forma se refiere a la categoría de clasificación más baja, y sirve para diferenciar poblaciones por su característica de herencia más simple. Por ejemplo, en el caso de algunos maíces, existen poblaciones que solo difieren por el color de sus granos, de tal manera, que pueden considerarse como diversas formas de una misma variedad botánica Gutiérrez *et al.*, (1983) citado por Ortega (2003).

2.6.1 Caracteres usados en la clasificación

Los caracteres para la clasificación comprenden cuatro grupos: el primero comprende los caracteres vegetativos de la planta, el segundo comprende los caracteres de la espiga, el tercero los caracteres de la mazorca, y el cuarto, incluye caracteres

fisiológicos, genéticos y citológicos. Los caracteres del grupo vegetativo más importantes son: altura de la planta, número total de hojas por planta, el número de hojas arriba de la mazorca, el ancho de la hoja que se desprende de la mazorca superior, y la longitud de la hoja que se desprende de la mazorca superior e índice de venación (Wellhausen, 1951).

Anderson y Cutler (1942) consideran a la espiga como el órgano más útil para la clasificación. Wellhausen (1951) consideró como importantes la longitud de la espiga, la longitud del pedúnculo, la base del raquis central de la espiga, longitud del espacio de ramificación de la espiga, el número total de ramificaciones de las espigas primarias, secundarias o terciarias e índice de condensación de espiguillas.

Los caracteres de la mazorca son abundantes y de mayor utilidad para la clasificación que cualquier otro órgano. La mazorca posee dos tipos de caracteres morfológicos, los de tipo interno y externo. Wellhausen (1951) opina que los caracteres de la mazorca deben utilizarse imprescindiblemente para cualquier sistema de clasificación. Los caracteres externos más importantes son la longitud y el diámetro de la parte media de la mazorca, número de hileras, el diámetro y longitud del pedúnculo, número de brácteas de la cubierta; ancho, grosor y depresión del grano. En los caracteres internos se consideran el diámetro de mazorca, olote, diámetro del raquis, índice de glumas.

En cuanto a los caracteres fisiológicos, genéticos y citológicos se incluyen variables como el número de días para la antesis, pubescencia de las vainas, el color de la planta, color de la parte media del olote, y por último, los nudos cromosómicos que está relacionado con las propiedades de cada raza (Wellhausen, 1951).

En los últimos años, se ha incluido otro grupo de caracteres en la clasificación del maíz que incluye a los caracteres agronómicos divididos en físicos y biológicos. Los caracteres físicos incluyen la susceptibilidad por bajas temperatura, heladas, sequias, toxicidad por aluminio y bajo nivel de nitrógeno. En los caracteres biológicos se incluyen la susceptibilidad o resistencia de plagas y enfermedades (IBPGR, 1991).

Adicionalmente, Gil (1995) ha incluido otros caracteres de estudio, los más importantes son número de plantas con hijuelos, número de plantas cuateras, número de plantas jorras, resistencia al acame, porcentaje de materia seca, factor de desgrane y rendimiento de grano por hectárea.

Por otro lado, el maíz puede ser clasificado en diferentes tipos, según la constitución del grano y el endospermo, el color del grano, tiempo a la madurez fisiológica, tiempo a la cosecha, el ambiente en que es cultivado, y por el uso que se le da al grano (Paliwal, 2001).

2.6.2. Clasificación por subespecies o variedades botánicas.

El maíz posee una amplia variabilidad y se subdivide en subespecies o variedades botánicas. De acuerdo a la utilización y características de cada población, ésta puede quedar incluida en uno u otro grupo taxonómico. Los grupos son: *Zea mays* indurata (maíz cristalino), *Zea mays* amylacea (maíz amiláceo), *Zea mays* everta (maíz reventador o palomero), *Zea mays* saccharata (maíz dulce), *Zea mays* indentata (maíz dentado), *Zea mays* cérea (maíz céreo), *Zea mays* tunicata (maíz tunicado) (Robles, 1985; Reyes, 1990; FAO, 2001).

2.6.3. Clasificación de acuerdo a textura de grano

El grano se puede clasificar por su textura en: duro, dentado, reventón, dulce, harinoso, ceroso y tunicado (FAO, 2001). Las características de los diferentes tipos de grano se presentan a continuación.

Maíz duro. Los granos de este maíz son redondos, duros pero suaves al tacto, el endospermo está compuesto principalmente por almidón duro corneo con solo una pequeña porción de almidón blando en el centro del grano. Estos maíces son de buena germinación, sobre todo en suelos húmedos y fríos, son de madurez temprana y de secado más rápido después de la madurez fisiológica. Son resistentes al daño de los insectos de almacenamiento. Los granos tienen coloración anaranjado-amarillentos o

blanco-cremoso o simplemente, amarillos, anaranjados, blanco, crema, verde purpura, rojo, azul y negro. Aunque tienen una desventaja que son menos rendidores en comparación a los maíces dentados (Robles, 1985; Reyes, 1990; FAO 2001).

Maíz reventón. Se caracteriza por ser la forma más extrema de los maíces duros. Tiene endospermo duro en la mayor parte del grano y solo una pequeña porción de almidón blando en su parte basal. Los granos son pequeños, con pericarpio grueso, de forma redondeada a oblongo. Cuando se calienta, el grano se revienta expansivamente dando una apariencia de rosetas o palomitas (Robles, 1985; Reyes, 1990; FAO 2001).

Maíz dentado. Este es el maíz más cultivado para grano y ensilaje; el endospermo del grano tiene más almidón blando y el almidón duro se limita solo a los lados del grano; cuando el grano se comienza a secar, el almidón blando de la parte superior se contrae y forma una pequeña depresión, dando la forma de un diente. Tiene mayor profundidad de inserción en el olote, por eso es más resistentes al desgrane en comparación a los maíces duros, la mazorca se seca más despacio y es susceptible a las plagas del campo y almacenaje, aunque tienden a ser más rendidores que otros maíces, los granos son de color blanco o amarillos (Robles, 1985; Reyes, 1990; FAO 2001).

Maíz harinoso. Generalmente el grano está compuesto por un almidón muy blando que se puede rayar fácilmente con la uña; son muy conocidos en las partes altas de México, muestran gran variabilidad en la coloración de grano y textura. Por su consistencia blanda que les da su alto contenido de almidón; estos maíces son susceptibles a la pudrición, a insectos del campo y almacenamiento. En las semillas son frecuentes los problemas de germinación y su rendimiento es menor comparado con los maíces duros y dentados (Robles, 1985; Reyes, 1990; FAO 2001).

Maíz ceroso. El nombre se debe a que el endospermo del grano tiene un aspecto opaco y ceroso. Sus granos están compuestos de amilopectina. El mutante del maíz ceroso fue descubierto en China (Robles, 1985; Reyes, 1990; FAO 2001).

Maíz dulce. Estos maíces son cultivados para ser consumidos en mazorca verde o en elote, ya sea asados o hervidos. Son cosechados a un 70% de humedad. Los granos tienen una alta concentración de azúcar y son de gusto dulce. Los granos en su madurez adquieren un aspecto arrugado, debido al colapso del endospermo que contiene muy poco almidón. Su germinación es baja, son susceptibles a plagas y enfermedades, y son de menor rendimiento comparados con los maíces duros y dentados (Robles, 1985; Reyes, 1990; FAO 2001).

Maíz tunicado. Este se trata de un maíz primitivo caracterizado por que cada grano está envuelto por una túnica o gluma, el grano está insertado en el olote y la mazorca está cubierta por brácteas o totomoxtle. El uso de este maíz es ornamental y para realizar mejoramiento genético (Robles, 1985; Reyes, 1990; FAO 2001).

2.6.4. Clasificación del maíz de acuerdo su uso

Las principales variedades que se cultivan en México, de acuerdo a su uso son: el maíz ceroso, utilizado para la elaboración de adhesivos y gomas; el maíz cristalino, usado como alimento; maíz dulce, para enlatados; maíz dentado, para la industrialización de alimentos; maíz reventador, para elaboración de palomitas; maíz semidentado, para alimento y mejoramiento genético; y el maíz tunicado, usado para mejoramiento genético del maíz en general (SAGARPA, 2007b). El maíz tiene una amplia variedad de usos, ya que puede utilizarse tanto para el consumo humano, pecuario y la industria. En la industria es utilizado para la obtención de almidón, glucosa, dextrosa, fructosa, aceites, botanas, bebidas alcohólicas y etanol para combustible. También se usa como materia prima en la industria minera, textil, electrónica, farmacéutica y alimentaria. A nivel mundial, la producción se destina en un 22% para el consumo humano, el 63% para consumo ganadero, y el 15% para usos industriales. En América Latina, el 29% se utiliza como alimento humano, el 58% para consumo animal, y el 13% para otros usos, incluyendo el industrial (CIMMYT, 2006).

Reyes (1990) describe los productos y subproductos del maíz de la siguiente manera: El grano de maíz se utiliza como semilla de siembra para la reproducción de la especie; los residuos de la planta en la parcela de cultivo se integran como materia orgánica al suelo; la planta completa sirve de forraje verde; en estado lechoso de la mazorca, la planta completa se desintegra y se ensila para alimento del ganado; con el elote se pueden hacer 124 recetas, el cabello es utilizado como té diurético; la mazorca completa es usado para alimentar el ganado; los olotes sirven de combustible; el grano es alimento para el ser humano que lo consume a través de las 605 formas diferentes, y también es alimento del ganado.

El grano es usado como materia prima para elaborar almidón y fécula. Este producto tiene 66 usos industriales, alimenticios, cosméticos y medicinales. Del almidón y de la fécula se extrae la dextrina, la cual tiene 34 usos industriales y se usa para elaborar papel, hilos, insecticidas y pinturas. El grano también se usa para elaborar miel. La miel tiene 50 usos industriales como la elaboración de jarabes, alimentos para niños, pastelería, helados y licores. La fructosa sirve como ingrediente para la pastelería, refrescos y vinos. La malto-dextrina tiene nueve usos en la industria alimentaria. La dextrosa tiene 70 usos en la industria alimentaria, farmacéutica y licores. Con el grano también se obtiene aceite comestible del cual se derivan 17 usos diferentes.

En nuestros días, el maíz ha cobrado mayor importancia, principalmente en E.U.A., como materia prima para elaborar bioetanol; a pesar de que existan otras materias primas para su obtención. El bioetanol es usado como fuente de energía automotriz. Se estima que en 20 años la bioenergía cubrirá el 25% de las necesidades energéticas a nivel mundial (ASERCA, 2004).

Los indígenas Tlapanecos, Mixtecos y Nahuas de la región de la Montaña de Guerrero, utilizan el maíz blanco para elaborar una bebida alcohólica a base de maíz que denominan "Chicha"; tal es el caso del Sr. Norberto Antonio Calleja de la comunidad de Iliatenco. El Sr. Norberto menciona que para obtener la chicha, primero, se quiebra un

kilogramo de maíz en porciones grandes. El maíz quebrado se vierte en una olla de barro con capacidad de 10 litros, a la cual previamente se le agregan 4 piezas de piloncillo y aproximadamente cinco litros de agua. Posteriormente, la olla se tapa herméticamente, y a los cuatro días se revisa para observar el grado de “amacizamiento” (fermentación); si el concentrado de alcohol aún se percibe muy débil se le agrega otra porción de piloncillo. De modo que entre los diez a quince días se obtiene la chicha ya lista para ser bebida.

Las características del grano le dan cualidades para un uso determinado. Por ejemplo, Mauricio *et al.*, (2004) en un estudio de caracterización de 45 razas de maíz, utilizando 86 accesiones del CIMMYT, concluyeron, que los granos para elaborar atoles se caracterizan por tener mayor tamaño, menor dureza y gravedad específica; los granos para elaborar tortillas tienen valores intermedios de las características antes evaluadas; y los granos para elaborar pinoles son cortos, anchos y gruesos, tienen baja dureza y gravedad específica. Por su parte, Vázquez *et al.*, (2003) mencionan que las mejores tortillas se obtienen con granos de dureza intermedia, bajo porcentaje de pedicelo (0.86%), altas concentraciones de germen (12.2%) y con un contenido de aceite de 5.1%. Los granos con estas características, es posible obtener una masa con bajos valores de viscosidad, lo que permite obtener las tortillas suaves y mayor rendimiento. Los granos que son útiles para elaborar palomitas se caracterizan por poseer la mayor gravedad específica, ser pequeños y duros. Los granos utilizados para elaborar botanas son los más largos y duros. Bonifacio *et al.*, (2005) indican que los maíces de grano grande, que tienen forma redondeada y globosa, son los maíces que reúnen la máxima calidad pozolera. Dickerson (1990) menciona que el grano azul con endospermo harinoso contiene mayor valor alimenticio comparado al grano amarillo. El contenido de lisina en maíz azul es de 2.3 mg g⁻¹, mientras que en el maíz híbrido de color amarillo es de solo 1.4 mg g⁻¹; además, el contenido de proteínas y minerales también es más alto que el de otras variedades. Del maíz azul se obtienen flavonoides que sirven como antioxidantes. También, las antocianinas del maíz azul pueden servir como fuentes de pigmentos naturales para elaborar colorantes que son usados para

teñir vinos, mermeladas y jugos de fruta (Maltros *et al.*, 1999). La coloración del maíz azul se debe a que la capa de aleurona contiene los pigmentos de antocianina de color azul, que son derivados de la cianidina y la pelargonidina (Betran *et al.*, 2001). Con estos estudios se puede observar que las características de cada tipo de grano, variedad y raza se relaciona íntimamente con el uso que se le da el grano.

2.6.5. Clasificación del maíz por color de grano

La clasificación más común del grano de maíz en México es por su color. Existe gran variabilidad en el color de grano de los maíces en los campos mexicanos. Aunque las estadísticas oficiales prácticamente no toman en cuenta los maíces de color como parte de la producción nacional, y sólo hace referencia a los maíces blancos y amarillos. Sin embargo, los maíces de otros colores suelen sembrarse principalmente por campesinos con superficies pequeñas, en territorios marginados y para fines de autoconsumo (FAO, 2001).

El color de las semillas facilita un manejo selectivo; el color se asocia con el ciclo vegetativo de cada variedad. Por ejemplo, los maíces blancos tienden a madurar más tardíamente, los amarillos maduran en un tiempo intermedio y los azules normalmente son más precoces. De modo que, el maíz blanco se siembra primero y si la nacencia falla, se resiembra con maíces azules (Polanco y Flores, 2008).

2.6.6. Clasificación de acuerdo al ciclo vegetativo

El periodo vegetativo del maíz oscila entre 80 y 200 días (2.6 a 6.6 meses), comprendida desde la siembra hasta la cosecha (Robles, 1985; Parsons, 1990). Los maíces de menor rendimiento de grano y forraje tienen 100 días de ciclo vegetativo; mientras que, los de mayor rendimiento se ubican en un periodo de 100 a 140 días. Los maíces más tardíos a 140 días dejan de ser convenientes, puesto que ocupan mayor tiempo establecidos en la parcela (Robles, 1985). La FAO (2001) ha propuesto algunos criterios (Cuadro 2.1) para clasificar las variedades del maíz de acuerdo a los días que tardan en alcanzar la madurez fisiológica.

Cuadro 2.1. Clasificación de las poblaciones de maíz, de acuerdo a los días a madurez fisiológica propuesto por la FAO (2001).

Denominación	Días a madures fisiológica
Ultraprecoces	menos de 80 días
Muy precoces	entre 80 y 90 días
Precoces	entre 90 y 100 días
Semiprecoces	entre 100 y 110 días
Ciclo medio	entre 120 y 125 días
Semitardío	entre 125 y 130 días
Tardíos	entre 130 y 140 días
Muy tardíos	entre 140 y 150 días
Ultratardíos	más de 150 días

El CIMMYT, en la clasificación de los mega ambientes de producción de maíz, ha incluido algunas características adicionales a la duración del ciclo de cultivo, que influyen en la adaptación y aceptación de los maíces en un ambiente específico. Estas características son clase de madurez, tipo de grano preferido por los agricultores y consumidores, y el color del grano. En el Cuadro 2.2 se muestran las distintas clases de madurez del sembrado en tierras tropicales bajas (Paliwal, 2001).

Cuadro 2.2. Clase de madurez, color y tipo de grano de maíz (Paliwal, 2001).

Clase de madurez	Días a la madurez	Tipo de grano
Extra-temprana	80-90	Blanco duro o blanco dentado Amarillo duro
Temprana	90-100	Blanco duro o blanco dentado Amarillo duro Amarillo dentado
Intermedia	100-110	Blanco duro o blanco dentado Amarillo duro Amarillo dentado
Tardía	110-130	Blanco duro o blanco dentado Amarillo duro Amarillo dentado

2.6.7. Denominación tradicional de variedades

El origen del término maíz, proviene del vocablo de los grupos étnicos que habitaban las Islas Antillas, ubicadas en el Mar Caribe. En este lugar fue por donde entraron los españoles por primera vez a América. El nombre científico de este grano (*Zea mays* L) fue dado por Linneo.

Los maíces adquieren diversas maneras y formas de denominación; lo cual depende del medio donde se cultive, de la morfología o el color de la planta, de las características de la mazorca o el grano, o bien del estrato social. Así por ejemplo, existen variedades criollas que en su denominación hacen alusión a la comunidad o región donde se produce, por ejemplo, el maíz Jala de Nayarit, el maíz Comiteco de Chiapas; también es empleado la morfología y color de la planta, como en el caso del maíz enano, hoja morada, Santa Engracia, olote delgado y así sucesivamente (Reyes, 1990).

A las variedades mejoradas normalmente le proporcionan una denominación convencional que indica el tipo de maíz mejorado. Por ejemplo, para nombrar a las variedades de polinización libre, creadas en las instituciones oficiales o privadas, se utiliza comúnmente una V y un número. La V indica variedad. Algunos ejemplos son V-424, V-520C. Si la variedad es sintética se usa las letras VS seguido de un número, como VS-535, VS-201, etc. Lo mismo sucede con los maíces híbridos, el nombre se forma utilizando la H y un número; como, el H-352, H-507 y otros, (Reyes, 1990).

En la actualidad algunos maíces híbridos han adquirido otra denominación como producto de la ingeniería genética. A estos maíces se les han introducido el ADN de otra especie donante (Schaper y Parada, 2001). A estos tipos de variedades mejoradas le ha dado el termino de maíces transgénicos, organismos genéticamente modificados (OGM) o plantas transgénicas.

Las primeras colecciones que se realizaron en México en el año de 1943, se reconocieron con el nombre con el cual eran nombrados en el lugar de colecta.

Se encontró que los nombres eran matizados con lenguajes indígenas, castellano, algunos son de tipo descriptivo y en otros hacen alusión al lugar donde se cultivan (Aragón *et al*, 2005).

Los pueblos indígenas poseen todo un sistema de nomenclatura del maíz que nombra las etapas de sus faenas agrícolas, los estadios de desarrollo y los diferentes órganos de la planta. Por ejemplo; Bastarrachea (2003), apoyado por la base lingüística y gramática Maya, menciona que la denominación local de maíces es una representación ideológica y cultural de los maíces Mayas, y es consistente con la denominación técnica.

2.7. Razas de maíz en México

Los primeros estudios sobre la identificación de las razas del maíz mexicano reportaron 25 razas (Wellhausen *et al.*, 1951). El número de razas se incrementó a 41 con los estudio de Ortega *et al.*, (1991). Ortega (2003) realizó un ordenamiento del total de las 59 razas reportadas por diversos investigadores y los integró en cuatro grupos. El grupo I, fue integrado por razas que tienen como área de adaptación las partes altas del centro y norte del país, con predominancia de mazorcas cónicas. En el grupo II, ubicó a las razas que se adaptan a alturas intermedias de temporal y en costas semiáridas de riego, con mazorcas normalmente de ocho hileras. En el grupo III, están los maíces de mazorca con base abultada, adaptada en alturas intermedias y altas del sur de México; así como las razas cilíndricas de origen tropical. Por último, en el grupo IV, ubicó a los maíces de la raza Chapalote y razas afines. Actualmente, Serratos (2009) comenta que en México se reconocen 65 razas de maíz, de las cuales 59 son consideradas como razas bien definidas y seis de ellas son razas imprecisas; es decir, tienen características tanto de una como de otra raza, lo que los sitúa en un estado de imprecisión. A continuación se presentan en orden alfabético las razas conocidas: Ancho, Apachito, Arrocillo Amarillo, Arrocillo, Azul, Blandito, Blando Sonora, Bofo, Bolita, Cacahuacintle, Carmen, Celaya, Chalqueño, Chapalote, Clavillo, Comiteco, Conejo, Cónico, Cónico Norteño, Coscomatepec, Cristalino Chihuahua, Complejo

Serrano Jalisco, Cubano Amarillo, Dulce de Jalisco, Dulcillo Noroeste, Dzit Bacal, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Elotero de Sinaloa, Fasciado, Gordo, Harinoso, Harinoso de Ocho, Jala, Lady Finger, Maíz Dulce, Maizón, Motozinteco, Mushito, Nal Tel, Nal-Tel de Altura, Olotillo, Olotón, Onaveño, Palomero de Chihuahua, Palomero Toluqueño, Pepitilla, Ratón, Reventador, San Juan, Serrano de Jalisco, Tablilla, Tablilla de Ocho, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tehua, Tepecintle, Tunicata, Tuxpeño Norteño, Tuxpeño, Vandefío, Xmejénal, Zamorano Amarillo, Zapalote Chico, Zapalote Grande.

2.8. Pérdida de la diversidad genética

La FAO (2004) considera que en los últimos 100 años se han perdido unas tres cuartas partes de la diversidad genética de los cultivos agrícolas; mientras que Massieu y Lechuga (2002) mencionan que en la región mesoamericana llegaron a existir miles de variedades y que sólo queda un 20% de todas las variedades que se conocían en 1930. Estos autores opinan que el modelo de agricultura industrial de la revolución verde provocó esta pérdida de diversidad.

Ortega (2003) menciona que las causas que ponen en peligro de extinción la diversidad nativa del maíz son: la modernización del agro, adopción de semillas mejoradas, emigraciones de los agricultores y las catástrofes naturales y sociales. Pero también son factores de pérdida los constantes cambios de preferencia en el mercado y la susceptibilidad a perderse de algunas razas que resultan altamente agradables al consumidor. La preferencia de los consumidores tiene mucho que ver con el color del maíz. El maíz blanco tiene mayor demanda y por lo consiguiente tiene mayor precio en el mercado, comparado con los maíces de color. Además, también influye la introducción de semillas mejoradas por parte de los gobiernos locales con el supuesto de que son más productivas en los sistemas de monocultivo (Escobar, 2006). Por otro lado, el maíz amarillo tiene un menor valor comercial. Otro factor es la densidad del grano. Los granos de menor densidad, obtienen menor precio en el mercado, ya que en

la actualidad predomina más la comercialización del grano en peso que por volumen Ortega (2003).

Taboada (1996) establece que en nuestro país existe un gran número de nichos ecológicos en donde se localizan una gran diversidad genética, y está en ocasiones no es conocida, por lo que su aprovechamiento con fines de mejoramiento no se hace de manera adecuada, lo que provoca la erosión genética y la pérdida de materiales criollos. Escobar (2006), señala que en las últimas décadas, la diversidad del maíz ha sido afectada por un conjunto de factores, como, la introducción de materiales mejorados (híbridos), la migración, el desarrollo de tecnología, cambios en los patrones culturales y sociales de las comunidades de nuestro país.

La migración es un factor de pérdida de diversidad. Nadal (2004) menciona que en muchas ocasiones la descapitalización del campesino origina migración por largas temporadas y a veces definitiva. El prolongado alejamiento de los miembros de la familia, que se dedican al cultivo y mantienen un alto grado de diversidad del maíz, aumenta el riesgo de interrumpir la transmisión de los conocimientos locales; debilitando así la selección de semillas de la cual depende la biodiversidad agrícola. Entonces, la migración de campesinos con conocimientos agrícolas tradicionales es una amenaza para el mantenimiento de las variedades locales (Hellín, 2007).

En un estudio realizado por Perales *et al.*, (2003) sobre la percepción de los agricultores sobre la pérdida de los recursos genéticos, encontró que la mayoría de los agricultores entrevistados recuerdan algunas variedades de maíz tradicionales que ya no se ven en la actualidad. Por ejemplo, el maíz “pepitilla” (conocido también como maíz delgado) autentico, en algunas regiones de Morelos, ya es una rareza encontrarlo, y sólo se puede hallar sus descendientes mezclados con otras razas. Los productores enfatizan tres factores que dan lugar a la pérdida de variedades, que a decir son: desventaja en los mercados, bajo rendimiento de cosecha y escaso

proveedor de semillas (Perales *et al.*, 2003); adicionalmente Louette y Smalle (1998) mencionan como causa el daño de insectos en granos almacenados.

2.9. Prospección, propiedad y control legal

La prospección es la búsqueda sistemática de usos sostenibles y con fines comerciales, de los elementos genéticos y bioquímicos de la biodiversidad. La bioprospección se promueve desde las universidades de países industrializados para la explotación de los nuevos cultivos tradicionales que han sido detectadas por los etnobotánicos y los bioprospectores en las diferentes zonas de amplia biodiversidad, y para obtener los derechos de propiedad intelectual y patentes sobre los recursos encontrados (Pengue, 2005). En este sentido, América Latina está padeciendo una situación de saqueo de sus recursos. Numerosos investigadores vienen de los países más desarrollados, se meten a las regiones megadiversas como México, y recolectan semillas, tubérculos y vástagos para integrar sus bancos de germoplasma (Pengue, 2005). En los países industrializados y estratégicamente a su conveniencia consideran a los recursos genéticos como patrimonio de la humanidad, y objeto de libre intercambio, siempre y cuando procedan de variedades seleccionadas, cuidadas y manejadas por los campesinos del tercer mundo. Sin embargo, ese mismo material genético, por el que no pagaron regalía alguna, es objeto de patentes y goza de diversas formas legales de protección. Cesa entonces el sentido de libre intercambio; por lo tanto estos recursos pasan a ser mercancías, por las que los productores pagaran precios elevados, incluyendo aquellos de donde el material genético fue recolectado (Pengue, 2005).

Polanco y Flores (2008) argumentan que actualmente se puede observar la apropiación de importantes variedades de maíz y otras especies vegetales por parte de empresas transnacionales como; Monsanto, Dupont, Syngenta, Dow agrosience, Pioneer Hi-Bred, Rutgers University, Novartis, BASF, Ecogen, Dekalb, Exseed genetics LLC, Genencor, Japan Int. Research Center of Agricultural Sciences, University of California,

University of Minnesota, USDA y Wisconsin Alumni Research Foundation, las cuales han conseguido 54 patentes de maíces genéticamente modificados para uso en siembras comerciales, tan solo en el periodo del año 1997 a 2007. Esto es una forma de devolverle al costo al productor del campo su propio material genético pero modificado.

Cleveland y Murray (1997) indican que las sociedades y organizaciones occidentales consideran a las variedades criollas como patrimonio de la humanidad; pero existe el inconveniente de que las fuentes de mayor diversidad se ubican en zonas pobres y marginadas del mundo de desarrollo; además, estos recursos están en manos de los campesinos más pobres.

Los recursos genéticos y específicamente el germoplasma del maíz a través del tiempo, solo había sido propiedad de quien lo conservaba y lo explotaba; es decir, el campesino. Pero a partir del siglo pasado, el germoplasma del maíz y otras especies se han estado patentando para la propiedad intelectual de organizaciones empresariales con fines de lucro. Estos derechos en un futuro no muy lejano podrían restringir el acceso a los menos favorecidos por el desarrollo económico. Por estas razones, los organismos gubernamentales nacionales e internacionales, han establecido un marco legal que regula las accesiones, uso y conservación de los recursos genéticos de las naciones y sus regiones (ASERCA, 2009).

2.10. Marco legal de regulación para los recursos genéticos

El marco legal internacional se ha promovido principalmente bajo la dirección de los esfuerzos de la FAO y del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP). La FAO inició sus esfuerzos a partir de 1983 con la creación de la Comisión de Recursos Fitogenéticos; esta misma instancia, cambio su denominación en 1995 a Comisión de Recursos Genéticos para la alimentación y la agricultura (CRGAA), así amplió su mandato para incluir a todos los componentes de la agro biodiversidad; además de

instrumentar el tratado internacional de los recursos genéticos. Este organismo también sirve de foro permanente para que los gobiernos debatan y tomen acuerdos para el aprovechamiento de los recursos genéticos. La UNEP promovió en 1992 la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) en Rio de Janeiro Brasil, que concretó el acuerdo de 187 países en torno a la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes; así como la distribución justa y equitativa de los beneficios de los recursos genéticos. En el 2000, la UNEP promovió convenciones, como, la que se realizó en Colombia, en el que se generó el Protocolo de Cartagena que aborda los intereses de los países en vías de desarrollo, respecto a la biotecnología (FAO-CGIAR, 1994).

En 1994, la FAO y el Grupo Consultivo Internacional para la Investigación Agrícola (CGIAR), al que pertenece el CIMMYT, firmaron un acuerdo en la que establece que el germoplasma colectado en los diferentes países, y conservado en sus bancos, se tienen sólo a resguardo. Este acuerdo reafirmó el carácter de bien público de las colecciones y previene la apropiación por terceros, mediante derechos de propiedad intelectual (FAO-CGIAR, 1994).

El marco legal internacional sirvió de plataforma para generar el marco legal mexicano. Esta legislación consiste en la creación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Medioambiente, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley federal de Acceso y Uso de los Recursos Fitogenéticos. El objeto de esta ley es regular el acceso, uso, aprovechamiento, conservación *in situ* y *ex situ*, protección de los recursos genéticos; así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su aprovechamiento y comercialización (San Vicente, 2005).

Con la aparición de los organismos genéticamente modificados (OGMs) surgieron dos opiniones. Por un lado, surgieron los reclamos de los grupos ambientalistas por la no aceptación de dicha biotecnología, pues pondrían en riesgo la constitución genética de las variedades criollas; y por otro lado, surgió la presión de las empresas

transnacionales al gobierno mexicano para probar e importar de manera legal los organismos transformados por ingeniería genética.

Las evaluaciones de cultivos transgénicos se realizaron a partir de 1988. Pero tuvieron que pasar 17 años para instrumentar una legislación sobre el tema; es decir, hasta el año 2005, fue que se publicó la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Sin embargo, no fue operativa debido a que le faltaba su reglamento de ley, el reglamento fue promulgado en marzo de 2008 (ASERCA, 2008). Esta ley regula la introducción y manejo de transgénicos y protege de algún modo la diversidad genética mexicana, tanto del maíz como de otras especies. Aunque la incertidumbre de que si los OGMs son buenos o malos aún sigue vigente.

2.11. Importancia de la conservación

La conservación de la biodiversidad agrícola, es un componente necesario del desarrollo rural, la seguridad alimentaria y la mitigación de la pobreza (FAO, 2008). La riqueza en la diversidad genética del maíz, las condiciones ambientales y la variabilidad cultural de la población, exigen un inventario de las variedades criollas para salvaguardarlas y conservarlas en manos de los productores locales como una garantía para la soberanía alimentaria del presente y del futuro. La rica diversidad genética es la base que permitirá mejorar el maíz en beneficio de los agricultores de escasos ingresos en el futuro (CIMMYT, 2005).

La conservación ha surgido como respuesta a los innumerables mecanismos de depredadores de la civilización industrial que han tenido lugar en el último siglo más reciente, especialmente en las prácticas de la agricultura. Toledo (2003) comenta que actualmente se padece una tragedia agroindustrial; pues existe una incompatibilidad intrínseca entre la producción industrial y el uso conservacionista de la naturaleza. En la actualidad, existe un esfuerzo imperante sobre la conservación de los recursos genéticos en todo el mundo, debido a que las políticas y acciones dominantes están

encaminadas a extraer los recursos y conocimientos de los pueblos rurales para usarlos en beneficio del capital internacional (Ortega, 2003).

Ortega (2003) menciona que existen tres motivos de interés para preservar la diversidad del maíz. En primer término, para entender y proteger la relación hombre-maíz en la vida de las comunidades rurales tradicionales, relación que constituyen en gran parte el motor para favorecer su florecimiento y acrecentar su identidad como nación. En segundo término, la diversidad del maíz sirve para contribuir al conocimiento científico de este cereal, la cual es una planta paradigmática de trascendencia mundial. Por último, para salvaguardar los recursos genéticos, los saberes y conocimientos de este cultivo que garantizan la soberanía alimentaria y bienestar social de México y del resto del mundo.

La conservación y la gestión de la diversidad genética de las especies domesticadas, vienen mejorando la producción agrícola desde hace 10, 000 años (FAO, 2008); por eso la conservación y uso del germoplasma del maíz y de sus parientes más cercanos, son vitales para la agricultura mexicana; debido a que la variabilidad genética en las variedades criollas, es la base para el desarrollo de variedades mejoradas, permite rehabilitar ecosistemas degradados, y sobre todo, porque representa el legado de oro para la supervivencia de las generaciones humanas del futuro (Polanco y Flores, 2008).

2.12. Estrategias de conservación

Álvarez (2007) resume las principales estrategias para emprender una conservación pronta y expedita del maíz criollo y de sus parientes más cercanos como el teosintle. Las estrategias están conformadas por diversas acciones; las cuales son: Iniciar un programa de colecciones y de fortalecimiento de los bancos de germoplasma, tanto de teosintle y de maíces locales. Modernizar los criterios para determinar las razas de maíz y su relación con el teosintle. Análisis genético a nivel molecular para saber con exactitud si la variedad en particular está libre de transgénicos; puesto que en nuestros

días ya no es posible distinguir las razas tan solo por el estudio de sus variables morfológicas. Establecer una serie de bancos de germoplasma regional con capacitación técnica local que controlen el acceso y extracción del germoplasma del banco. Establecer un esquema de prioridades para la conservación de razas de mayor riesgo de desaparecer. Incentivar a los campesinos que garanticen la preservación genética de sus maíces. Fomentar un sistema de monitoreo para controlar los maíces que llegan de otros lugares, y por último, promover reservas naturales de teosinte. Por otra parte, también es crucial, imprescindible y estratégico el acercamiento de las instancias gubernamentales a las comunidades rurales indígenas con producción campesina y tradicional; debido a que son la llave de la comprensión, utilización, protección y aprovechamiento racional de los beneficios de la biodiversidad (Pengue, 2005).

En los esquemas de conservación de los recursos fitogenéticos del maíz, se han desarrollado dos opciones: la conservación *ex situ* e *in situ* (CONABIO, 2008).

2.12.1. Conservación *ex situ*

El método de conservación *ex situ*, significa mantener los recursos genéticos fuera de su medio natural o campo de cultivo; por lo tanto, involucra su remoción para ser llevado a un compartimiento especial denominado banco de germoplasma. Este tipo de conservación se ha desarrollado a través de instituciones públicas, privadas y gobiernos interesados en mantener la mayor diversidad genética para la agricultura y la alimentación (CONABIO, 2008). Los Estados Unidos de Norteamérica, considera a los recursos genéticos y la conservación *ex situ*, como capital de reserva en bancos de germoplasma para aplicaciones industriales y como “seguro” de riesgos a futuro. Aunque la preservación realmente se realiza a través de la enajenación discreta de los recursos genéticos de los campesinos (Serratos, 2009); es decir, junto con la colección se levanta una referencia curatorial que incluye la taxonomía, el nicho ecológico, su georeferenciación y una ficha etnobotánica que marcan datos de uso y manejo (Polanco y Flores, 2008), pero no existen contratos de acuerdo donde el productor

acepte voluntariamente el resguardo de su maíz criollo por parte de la institución pública o privada.

En 1970, había menos de 10 bancos de germoplasma internacionales. Actualmente hay aproximadamente 1500 bancos ubicados en diversos puntos geográficos del mundo, como Estados Unidos de Norteamérica, China, Rusia, India, Japón (Gepts, 2006); Francia, Turquía, Yugoslavia, Brasil, Colombia, México y otros países (SIAP, 2008; Serratos, 2009). Estos bancos resguardan alrededor de 5.5 millones de muestras de un gran número de especies vegetales; pero sobre todo de los cereales de mayor demanda para la alimentación humana, tales como: el maíz, el trigo y el arroz. En los bancos se mantiene el grano de maíz a una temperatura de 18 °C bajo cero. Un grano de maíz bien conservado, puede germinar en el transcurso de un siglo. Pero de acuerdo con especialistas de todo el mundo, los granos no se han almacenado de forma adecuada; en consecuencia, se estima, que la mitad de ellos ya no germinarán y el próximo medio siglo desaparecerán miles de variedades locales de África, Asia y América Latina (SIAP, 2008).

A nivel nacional, el CIMMYT, es el banco de germoplasma de maíz más grande. En este banco, se tiene en resguardo un total de 22,000 muestras de las 59 razas de maíz y sus parientes más cercanos, y consta de los programas de maíz y trigo de alcance mundial. Esta instancia coordina los esfuerzos internacionales dirigidos a obtener maíces tolerantes a estrés abiótico, a estabilizar los rendimientos de los maíces con ataque de plagas y enfermedades, elevar la rentabilidad del cultivo y obtener cultivares de alto valor nutritivo para consumo humano y pecuario. El segundo banco en importancia es del INIFAP, que tiene en resguardo un total de 12,302 muestras de maíz y otras tres especies más. El tercero es el que se ubica en la UACH-SINAREFI con 9,600 muestras. También existe un banco de germoplasma en el INIFAP de Oaxaca y otra en la Universidad de Guadalajara, pero no se conoce con exactitud cuántas muestras de maíz tienen en su resguardo (Aragón *et al.*, 2005; Polanco y Flores, 2008). CONABIO (2008) menciona que recientemente se han construido cinco bancos

comunitarios en Oaxaca, se rehabilitó el banco de la Universidad de Tamaulipas y otro más en Chiapas, en el que ya se tiene en resguardo 540 colectas de maíz.

2.12.2. Conservación *in situ*

Bellón *et al.*, (1997) define la conservación *in situ* como el cultivo y manejo de una diversa serie de poblaciones de cultivares por los agricultores en los agroecosistemas donde el cultivar se ha desarrollado. Mientras tanto, la CONANP (2009) definen a la conservación *in situ* como: la preservación, protección, manejo y restauración de los ecosistemas y los hábitats naturales; el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales; y en el caso de las especies domesticadas y cultivadas de los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas. Por otro lado, se considera conservar el paisaje, los agroecosistemas, los recursos fitogenéticos y las prácticas tradicionales en el sitio donde se han desarrollado por los agricultores y campesinos (CONABIO, 2008).

Para promover la conservación *in situ* de variedades criollas locales, es necesario conocer la diversidad del maíz local en las condiciones de la agricultura tradicional. Así, se sugiere realizar un diagnóstico y proponer una estrategia para un mejor aprovechamiento de los materiales nativos (Herrera *et al.*, 2004). Ortega (1991) menciona que el estudio, conservación y uso de la diversidad del maíz, permite determinar la variación genética y morfológica de materiales locales, la relación de los materiales con el medio físico, los efectos del medio biótico; así como la obtención de variedades mejoradas a partir de variedades criollas.

El desarrollo de los maíces mexicanos, no se dio lejos de la influencia humana y, por ende, su conservación tampoco debe limitarse a una cámara frigorífica en un banco de genes. El maíz, es una especie de polinización libre, lo cual significa que se adapta de manera continua a los cambios en su medio ambiente. Por razones culturales, sociales, científicas y económicas; es importante conservar la diversidad del maíz en los campos de los agricultores (CIMMYT, 2005). Reyes (1990) opina que, para conservar los

materiales locales, se debe seleccionar las regiones estratégicas productoras y a agricultores que puedan sembrar y preservar la semillas lo más natural posible, conforme a sus tradiciones que por siglos han utilizado. Las comunidades indígenas y campesinas, pueden operar como aliadas de la protección biológica, y ser fundamentales para preservar los agroecosistemas tradicionales y la diversidad genética *in situ* (Bocco *et al.*, 2000).

Factores que limitan la conservación *in situ*. En las comunidades rurales, los campesinos enfrentan transformaciones estructurales de la agricultura tradicional, cambios socioeconómicos y condiciones ambientales adversas a la conservación de los recursos genéticos. Los cambios están asociados con la migración campesina a la ciudad, la introducción de variedades mejoradas y por catástrofes naturales; como los huracanes, las inundaciones y las sequías. Estos eventos reducen considerablemente las cosechas y por consecuencia las semillas locales. Otra de las razones por el cual se dejan de sembrar parcelas de maíz, es debido a que el consumo anual *per cápita* de tortilla en el sector urbano ha disminuido, a más de un 20% tan solo en el periodo de 2000 a 2007 (FIRA, 2008).

Arias *et al.*, (2007) en un estudio sobre cambios recientes en la diversidad de los maíces criollos realizado en la región circundante del municipio de Yaxcabá, Yucatán, encontró que existe una creciente tendencia en la siembra de los maíces locales de ciclo largo principalmente de la raza Tuxpeño. Además, y contrario a este hecho, encontró que existe una tendencia decreciente en la siembra de los maíces de variedades precoces representados principalmente por el maíz Nal-tel y las variedades que integran el grupo X-mejen nal, lo cual reduce la posibilidad de conservación *in situ* en esta zona maicera del estado de Yucatán.

Mejoramiento *in situ*. El mejoramiento de los maíces por los profesionales, se ha desarrollado en ambientes favorables y se han obtenido resultados bastante exitosos; sin embargo, estos esfuerzos no han sido igualmente exitosos en aquellas áreas donde

la variabilidad de los microambientes y los criterios de selección de la semilla por los agricultores, son demasiado amplios. Bajo estas circunstancias, para mejorar la interacción genotipo-ambiente, es necesario, una estrecha relación de los conocimientos del productor sobre las variedades locales y los microambientes con los conocimientos genéticos de los profesionales. El trabajo tiene que hacerse en los dominios de los agricultores; así, se obtendrían variedades más acordes a las necesidades de estos (Hardon, 1995).

La sequía, es el principal factor ecológico adverso que afecta la producción de las plantas cultivadas en México y en el mundo; por tal razón, es conveniente evaluar las variedades nativas en una diversidad de nichos bajo las variaciones naturales de lluvia, de suelo y de los otros factores ambientales, incluyendo el manejo y condiciones socioeconómicas del productor (Muñoz, 2005).

El mejoramiento realizado por los agricultores, se considera como altamente selectivo, a nivel del 1%, puesto que de dos toneladas de cosecha sólo guardan 20 Kg de semilla para sembrar el próximo año (Louette y Smale, 1998).

2.13. Colectas de maíz a nivel nacional

Ortega (2003) menciona que en los tiempos prehispánicos se observó un gran interés por el maíz, como se refleja en los códices de las diferentes tribus mexicanas y en las leyendas sobre el origen de la planta. Pero de la época de la colonia y el siglo XIX, existen muy pocas referencias. A partir del siglo XX, empieza nuevamente a recobrar el interés por la colecta y el estudio sistemático de las poblaciones nativas del maíz, y se concreta en las monografías de Chávez (1913) y Anderson (1946).

El primer intento de conservación gubernamental de germoplasma de maíz, inició con la recomendación de clasificar las variedades de maíz mexicanas emitida en 1909, por el Comité Técnico de la Estación Experimental Agrícola Central (Luna *et al.*, 1998).

Desde la década de 1940, se colectan, estudian y conservan los maíces nativos de México. En el otoño de 1943, se dio el primer intento oficial de colectar y describir la diversidad de maíz en México. El proyecto incluyó recorridos sistemáticos por las montañas, llanuras, cuencas y costas de México. Las muestras de las colecciones, consistieron en la obtención de 15-25 mazorcas tomadas al azar de las trojes o directamente de las parcelas de los campesinos (U de G, 2001).

Hernández y Esquivel (2004) mencionan que las colectas y estudios de los maíces criollos, han sido motivados principalmente por las siguientes causas: contar con fuente de germoplasma para mejoramiento genético, comprender a la agricultura de autoconsumo, y sus cultivares en diferentes regiones del país; además, de realizar estudios biológicos básicos para entender el proceso de evolución de domesticación.

2.14. Colectas de maíz en el estado de Guerrero

Según el catalogo LAMP (1991) en el estado de Guerrero, se han realizado 383 colecciones de maíz criollo. Las colecciones pertenecen a las razas Tuxpeño, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Olotillo, Tabloncillo, Reventador, Vandeño, Nal-Tel, Pepitilla, Mushito, Tepecintle, Ancho y Conejo.

Gómez *et al.*, (2009) mencionan que en el año 2007, el INIFAP de Guerrero, realizó 411 colectas de maíz, las cuales agrupó en 11 razas; además, obtuvo, 32 colectas de teosintle y 31 de *Tripsacum*. Los autores también mencionan que entre noviembre de 2008 a marzo de 2009, se colectaron 537 colectas de maíz, 110 de *Tripsacum* y 15 colectas de teosintle. Estas colectas se obtuvieron de 172 comunidades de 37 municipios, de un total de 81 municipios existentes en Guerrero. En las colectas de maíz, se observó que 326 son blancas, 77 rojos, 70 amarillos y 64 negros o azules. Las colectas se clasificaron en 32 razas, incluyendo introgrésiones de una raza a otra. La mayor variación intraracial se observó en las razas Pepitilla, Olotillo, Ancho, Elotes occidentales y Tepecintle. En estas colecciones, Palemón *et al.* (2009) identificó 19 razas, las cuales son: Elotes Occidentales, Pepitilla, Tepecintle, Vandeño, Olotillo,

Ancho, Conejo, Elotes Cónicos, Cónico, Bolita, Perla (reventador), Arrochillo, Tabloncillo, Celaya, Tuxpeño, Zapalote Grande, Ratón, Chalqueño y Onaveño, y otras razas intermedias.

2.15. Colecta de los parientes cercanos del maíz a nivel estatal y local

Con referencia a los parientes más cercanos del maíz en el estado de Guerrero, se menciona que desde los años 50's y 60's, ya se habían reportado algunos datos de teosintle y *tripsacum* en Acahuizotla y Cañón del Zopilote, municipio de Chilpancingo y en Teloloapan. En estudios más recientes, se ha encontrado teosintle en las comunidades de Cualac, municipio del mismo; Xochipala, Xalostoc, Laguna seca, Liberaltepec, municipio de Teloloapan; Tlanicpatlan, municipio de Apaxtla; Cerro de zacahuixtepec, Tenanguillo, municipio de Ixcapuzalco; Pipincatla, municipio de Ixcateopan, Casa del cacao ubicado en el Km. 94 de la Carretera Altamirano-Zihuatanejo. También se encontraron especies de *Tripsacum* como *T. lanceolatum*, *T. pilosum* y *T. maizar* (Palemón *et al.*, 2009).

2.16. Manejo del cultivo de maíz

El rendimiento promedio del maíz en México, es de 2 ton ha⁻¹, y en aproximadamente el 80% de la superficie cultivada se siembran semillas nativas que los productores conservan y seleccionan a través de varias generaciones (Castillo *et al.*, 2000). Los campesinos y los indígenas no centran su atención al logro de variedades de alto rendimiento, como sucede con la agricultura industrial; en todo caso, buscan objetivos múltiples con las mejores estrategias para reducir los riesgos y asegurar su alimentación (Bellón *et al.*, 2004).

2.16.1. Selección de semilla

Los aspectos que se consideran para la selección de la semilla para la siembra, van desde los factores tecnológicos, las tradiciones, los gustos y las preferencias en función

de la elaboración de alimentos tradicionales, el tipo de la tierra donde se va a sembrar y la forma de cultivo (CONABIO, 2008).

Para elegir la semilla que utilizaran para la siembra, los agricultores seleccionan las mazorcas más grandes, con granos grandes y totalmente sanos, y olores delgados. Esta práctica de selección ha permitido la evolución de la especie bajo domesticación (Castillo *et al.*, 2000). Por otro lado, Bellón *et al.*, (2004) comentan que los criterios de selección que utilizan los productores están relacionados con la mazorca, como, tipo de mazorca, longitud, número de hileras y grosor de olote.

Chávez *et al.*, (2000) menciona los principales caracteres que emplean los campesinos de Yaxcabá, Yucatán: excelente cobertura de la mazorca para evitar el ataque de gorgojos a la madurez de cosecha, mazorcas libres de daños por plagas y enfermedades y mazorcas con un tamaño de 20 a 25 centímetros. Para cuidar la calidad de la semilla, las mazorcas de variedades precoces (7 semanas) se cosechan sin quitarles sus hojas protectoras. En las variedades intermedias y tardías, dejan la mazorca en la parcela (almacenamiento en pie) durante cinco o seis meses, cosechándolas hasta el momento cercano al temporal de lluvias, entonces seleccionan la semilla. Al momento de desgranar seleccionan la semilla eliminando los granos de ambos extremos de la mazorca. Sin embargo, las limitaciones de estos métodos es que no se toma en cuenta las características de la planta, y al seleccionar las mazorcas más grandes, se obtiene una progenie con ciclo vegetativo más largo.

Herrera *et al.*, (2002) realizaron un estudio sobre selección de semillas para siembra, considerando 16 regiones de 14 estados y clasificaron a los productores de acuerdo a su tipo de agricultura en, agricultura tradicional, transicional y empresarial. Encontraron que el 76.5% de agricultores utiliza semilla criolla de maíz para sus siembras y el 23.5% utiliza semilla mejorada. Observaron que el tipo de semilla usada corresponde al tipo de agricultura que se practica. Por ejemplo, en las regiones de agricultura campesina, el 80-100% de los productores usan semilla criolla; en las regiones de

transición, la semilla criolla se usa de 50-80%, y en la agricultura empresarial, es menos del 50%. El momento de selección de la semilla es diferente, el 77.8% lo hace después de la cosecha, el 13.9% la realiza antes y después de la cosecha, y el 8.3% la realiza durante y después de la misma. Las características que se toman en cuenta en la selección son: el tamaño de la mazorca (81.2%), sanidad (69.2%), olote delgado (38%), número de hileras (36.9%) y otras características (12.4%). Además, de todos los campesinos que hacen selección de semilla, el 94.3% usa los granos de la parte basal y central de la mazorca; pero de estos, el 55.4% solo usa los granos de la parte central.

Los productores evidencian su preferencia por las semillas más grandes, porque consideran que con sus reservas, se podrán sembrar a mayor profundidad, garantizando mejor germinación, emergencia y obtención de plántulas más uniformes y vigorosas (Herrera *et al.*, 2002).

2.16.2. Adopción de variedades mejoradas

Damián *et al.*, (2008) estudiando la adopción de tecnología en Tlaxcala, encontraron que, la tecnología de maíz no ha sido bien adoptada. El 96.2% de los productores usan de forma inadecuada a las variedades mejoradas, adicionalmente a esto, el 66.3% usa mal la densidad de población, el 100% no usa correctamente la fórmula de fertilización, el 78.5% no calcula bien la fecha óptima de fertilización, el 92.7% tiene problemas con la elección de herbicida, el 96% con la dosis del herbicida, el 99.5% con la elección del insecticida, el 99.7% tiene problemas con la dosis del herbicida y sólo la fecha de siembra fue elegida de manera correcta con un 92.9%. Estas imprecisiones de manejo de tecnología generan bajos rendimientos.

En ambientes poco favorables, el productor no adopta fácilmente las variedades mejoradas; debido a que no cumplen con las características especiales para la producción y el consumo que los productores requieren; además que estas semillas son demasiado caras para su adquisición. Por esta razón, los productores siguen sembrando semillas locales (Hellín y Bellón, 2007). Por otro lado, los granos de los

maíces híbridos no alcanzan el tamaño de los maíces criollos, y esto los pone en desventaja en el mercado (Castillo *et al.*, 2000). De modo que existen variedades criollas que no han podido ser desplazadas por variedades mejoradas o híbridos, que presumiblemente son de mayor rendimiento, debido a que no dan la misma calidad a la tortilla como lo hace el maíz criollo (FIRA, 1998). Polanco y Flores (2008) dicen que las semillas que vienen de afuera, son descartadas porque no encajan con la preferencia de consumo local, o no se adapta a las condiciones agroecológicas.

Gómez *et al.*, (2007) reconoce que las variedades mejoradas y los híbridos tienen limitaciones al introducirse en regiones adversas en clima y suelo, como es el caso de la región de la Montaña de Guerrero. En estas zonas, el criollo es difícilmente superado por los maíces mejorados.

Gómez *et al.*, (2007) mencionan, que a pesar de que los maíces criollos muestran características agronómicas no deseables; tales como, deficiencia del sistema radicular, asincronía floral masculina y femenina, alto porcentaje de plantas improductivas, plantas altas y alto porcentaje de mazorcas podridas. Estos criollos tienen características favorables que los productores han reconocido desde cientos de años, como son: la alta calidad del grano para hacer tortillas, alta calidad forrajera, olote delgado y grano grande. Estas y otras numerosas cualidades del maíz, hacen que la planta tenga numerosos usos y sean de doble propósito. Estos y otros atributos de las variedades locales, en ocasiones no se han valorado (Muñoz *et al.*, 2009).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Marco de referencia municipal

3.1.1. Localización geográfica

El municipio de Cualac se localiza al Noreste de la capital del estado de Guerrero, Chilpancingo; y al Norte de la región de la Montaña, en la subprovincia de la Depresión de la cuenca del Rio Balsas, y específicamente en la subcuenca conformada por el rio Tlapaneco. La zona se encuentra entre los paralelos 17° 39' y 17° 51' de latitud Norte y 94° 34' y 98° 51' de longitud Oeste. El municipio de Cualac, limita al Norte con los municipios de Olinalá; al Sur con Tlapa y Atlixac; al Oeste con Olinalá y Ahuacotzingo; y al Este con Huamuxtlán. Cuenta con una superficie de 196.8 km², esta superficie representa el 2.2% del territorio regional, y el 0.3% del territorio estatal (SEGOB, 1988).

3.1.2. Características físicas

Relieve. Está compuesto por un 60% de zonas accidentadas, localizadas en todo el municipio, las elevaciones principales alcanzan alturas máximas de hasta de 2,100 msnm. Las zonas semiplanas ocupan un 35% de superficie y se localizan principalmente cerca de las comunidades del municipio. Las zonas planas corresponden a un 5 por ciento del territorio y se localizan en forma aislada en pequeñas porciones en los principales poblados como Coatlacco, Chiaucingo, Cualác y el Cuahulote a altitudes de 1,000 a 1,600 msnm (SEGOB, 1988).

Orografía. Las elevaciones montañosas de mayor importancia son: el cerro del Cistepec con 1800 msnm, el cual le da una característica distintiva a la cabecera municipal de Cualac; al Norte se encuentra el cerro de los Tres mogotes; al Este se localiza el cerro de Los Chiltepines, cerca de la desaparecida comunidad de Coatliapa, y en los dominios de la comunidad de Coatlacco, se distingue el cerro de San Marcos;

por el Sur se encuentra el área conocida localmente como “La Montaña”, debido a que en esta zona se encuentran las áreas de mayor elevación como el Xixtepetl y Ocotepetl, con alturas de 2100 y 2200 msnm respectivamente. La vegetación de pino-encino y las temperaturas bajas (Jiménez, 2006).

Clima. El municipio presenta tres zonas climáticas. En la zona baja, cercana al río Tlapaneco, el clima es caluroso y es clasificado como cálido-subhúmedo intermedio (Aw1) con una temperatura media anual de hasta 42°C. La zona de altura intermedia posee un clima semicálido subhúmedo intermedio (A(c)w1) con una temperatura media anual de 22°C. La zona de mayor altura conocida como La Montaña, corresponde a un clima semitemplado subhúmedo-intermedio ((A)Cw1) (SEGOB, 1988). El período más caluroso se presenta en primavera-verano, siendo el mes de mayo el más caluroso. Las lluvias son de junio a septiembre, con una precipitación pluvial promedio de 900 milímetros; julio es el mes más lluvioso, la dirección del viento en primavera es de este a oeste, y en verano, de norte a sur (SEGOB, 1988).

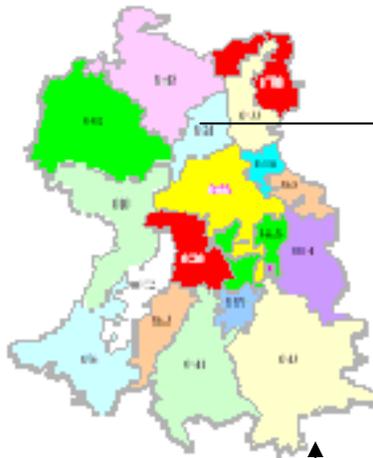
Suelo. Por su carácter montañoso, el desarrollo de los suelos del municipio, es incipiente a moderado; por lo tanto, los Litosoles son los más dominantes y en segundo término están los Regosoles, Cambisoles y Feosem; y en pequeñas proporciones los suelos Calcareos y Rendzinas (SEGOB, 1988).

Hidrología. La totalidad del municipio está incluido en la cuenca del Balsas y más específicamente por la subcuenca del río Tlapaneco. A nivel de municipio, está delimitado hidrológicamente por los escurrimientos fluviales de tres microcuencas que se describen a continuación:

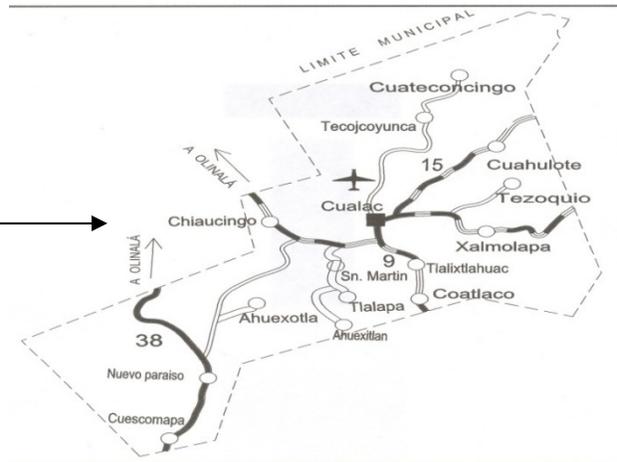
La microcuenca de **Cuescomapa**, es la cuenca más pequeña, su escorrentía fluvial drena de Este a Oeste, desembocando de inmediato en territorio del municipio de Ahuacutzingo. Sus principales causas son las barrancas que tiene su origen en el poblado de Nuevo Paraíso y la barranca de Cuescomapa (Jiménez, 2006).

La segunda es la microcuenca **Aguaxotla-Coatlacco**; que se reconoce por sus pronunciadas laderas y profundas barrancas. Las aguas fluyen de Oeste a Este, y provienen de la zona conocida como la Montaña, esta dan origen a la barranca que más adelante se conoce como “Las Salinas”. Antes de llegar a las inmediaciones de la comunidad de Coatlatco, las aguas cambias de dirección y fluyen de Sur a Norte, y recogen las aguas de la zona Oeste que provienen de las comunidades de Tlalapa, Tepozcotzingo, San Martin Jolalpa, Tlalixtlahuac, Cualác, Xalmolapa y Tezoquío. Por el área Este, recolecta las aguas del cerro de San Marcos, que de paso bañan las inmediaciones de la comunidad de Coatlatco. Más adelante, recolecta las aguas de los parajes de “Ateconzolco”, “Aguaxotitla”, la extinta comunidad de Coatliapa y el cerro de Los Chiltepines. Finalmente desemboca al río Tlapaneco en territorio del municipio de Huamuxtitlan (Jiménez, 2006).

Finalmente la microcuenca **Chiaucingo-La carbonera**, tiene su origen en la parte alta de la comunidad de Chiaucingo, sus cauces tributarias fluyen al poniente y al Norte, depositan sus aguas a la barranca de Los Arcos en el municipio de Olinalá; de ahí, la corriente fluye de Sur a Norte y más adelante se vuelve a insertar a territorio Cualaquense, en donde recolecta las aguas de la parte Oeste del cerro del Cistepec, la comunidad de El Zootolo. Más al Norte, a la altura de la comunidad de Cuateconcingo, recolecta las aguas fluviales de las comunidades de Cuahulote, Tecojcoyunca y del paraje conocido como “El Guayabo”. Posteriormente tributa sus aguas al río Tlapaneco por el lado Poniente del Municipio de Huamuxtitlán. En esta cuenca se localizan los arroyos de Chiaucingo, el cual tiene agua más de ocho meses al año, y por el costado Norte del Cistepec, están los arroyos de Mezcala y Ahuelican, donde fluye agua dulce en todo el año (Jiménez, 2006).



Región de la Montaña de Gro.



Municipio de Cualac, Gro.



Estado de Guerrero



Figura 3.1.- Localización de la región de la montaña y el municipio de Cualac, Gro.

3.1.3. Localización de la comunidad de Cualac y del experimento

En el centro del Municipio de Cualac, se localiza la cabecera municipal del mismo nombre. El municipio está delimitado con los paralelos 17° 44' 00'' de Latitud Norte 98° 40' 00'' de Longitud Oeste. La cabecera es ubicada a una altitud de 1450 msnm.

El sitio en el que se estableció la parcela experimental, se encuentra al oriente de la comunidad de Cualac, en tierra conocida como "El Llano". Este sitio es caracterizado por un suelo de textura arcillosa, color pardo-oscuro, sin rocas en la capa arable, gran capacidad de retención de humedad y buena fertilidad. Por estas características es considerado como el mejor suelo existente en esta comunidad.

3.2. Materiales

3.2.1. Colecta de variedades nativas de maíz

La colecta se realizó en el área de influencia de la comunidad de Cualac y las comunidades vecinas de Xalmolapa y Cuahulote. Para identificar a las colectas obtenidas se tomó como referencia los nombres de los parajes donde fueron localizadas.

La colecta se realizó del día 20 de noviembre al 20 de diciembre de 2006. Por cada productor y población de maíz que sembraba se obtuvo como muestra de 10 a 15 mazorcas. Cuando se encontraban variedades consideradas como iguales o similares entre los diferentes productores, sólo se colectó una muestra de la variedad para evitar duplicidad. Las poblaciones con mayor frecuencia entre los productores fueron: los maíces blancos denominados "veracruzanos", los maíces "azules" y "colorados"; las de menor frecuencia fueron el maíz "azul chino", el "medio maíz" y "conejo". En total se obtuvieron 23 colectas locales. Para identificar a las poblaciones locales colectadas, se utilizó la siguiente nomenclatura, conformada por las siglas COL-CN (COL= Colecta, C= Criollo y N= Número de colecta). En el cuadro 3.1, se detalla el número de colecta,

color de grano, comunidad donde se obtuvo y características generales del terreno donde se cultiva.

Cada una de las colectas fue depositada en recipientes de plástico, a los cuales se les adhirió una etiqueta con información de identificación de cada una de ellas. Para prevenir infestaciones de gorgojos a las muestras, se le introdujo al recipiente un $\frac{1}{4}$ de pastilla de Fosforo de aluminio. De modo que, los granos de maíz se mantuvieran íntegros y útiles hasta la llegada del periodo de lluvias del ciclo primavera-verano 2007, en el que se realizó la siembra de las colecciones para su caracterización.

3.2.2. Material genético

El material genético utilizado consistió de 23 poblaciones locales de maíz, para fines de comparación, se incluyó como testigo la variedad mejorada VS-535 y el híbrido H-507, proporcionados por el INIFAP-GRO (Cuadro 3.1.). Estos genotipos son los más conocidos por los productores y los más recomendados por instituciones de influencia local.

3.3. Metodología para la evaluación experimental de los maíces colectados

3.3.1. Factores y niveles de estudio

El único factor de estudio fueron los genotipos de maíz. Los niveles de estudio estuvieron representados por cada una de las variedades o poblaciones locales de maíz.

3.3.2. Diseño y unidad experimental

Se utilizó un diseño experimental látice 5 x 5 con cuatro repeticiones. La unidad experimental constó de 2 surcos de 5 m. de largo. La separación entre surcos fue de 0.9 m. La superficie por parcela fue de 9 m².

Cuadro 3.1. Lista de material genético de maíz colectado en la comunidad de Cualac.

No.de Colecta	Identificación	Color de grano	Comunidad	Paraje	Sistema de cultivo ¹	Pendiente del terreno
1	COL-C1	Blanco	Cualac	Las Cajas	Barbecho	Ladera
2	COL-C2	Blanco	Cualac	El Pochote	Espeque	Ladera
3	COL-C3	Blanco	Cualac	Los Llanos	Barbecho	Llano
4	COL-C4	Blanco	Xalmolapa	Xalmolapa	Tlacolole	Escarpado
5	COL-C5	Morado	Cualac	Tepexititla	Barbecho	Ladera
6	COL-C6	Blanco	Cualac	-----	Tlacolole	Escarpado
7	COL-C7	Rosado	Cuahulote	El Bordo	Barbecho	Joya
8	COL-C8	Azul	Cualac	Tehuixtla	Barbecho	Joya
9	COL-C9	Amarillo	Cualac	Tehuixtla	Barbecho	Joya
10	COL-C10	Azul	Cualac	Las Cajas	Espeque	Ladera
11	COL-C11	Colorado	Cualac	El Pochote	Espeque	Ladera
12	COL-C12	Colorado	Xalmolapa	Los Limones	Espeque	Ladera
13	COL-C13	Blanco	Cualac	Cuyuhuacan	Espeque	Ladera
14	COL-C14	Azul	Cualac	Los Llanos	Barbecho	Llano
15	COL-C15	Amarillo	Cualac	Cuyuhuacan	Barbecho	Ladera
16	COL-C16	Blanco	Cualac	Los Llanos	Espeque	Llano
17	COL-C17	Azul	Cualac	Los Llanos	Espeque	Llano
18	COL-C18	Rosado	Cualac	El Pajarito	Espeque	Ladera
19	COL-C19	Azul	Cualac	Los Llanos	Barbecho	Llano
20	COL-C20	Azul	Cualac	Los Llanos	Espeque	Ladera
21	COL-C21	Blanco	Cuahulote	El Bordo	Barbecho	Joya
22	COL-C22	Blanco	Cuahulote	El Bordo	Barbecho	Joya
23	COL-C23	Azul	Cualac	Los Llanos	Espeque	Llano
24	VS-535	Blanco				
25	H-507	Blanco				

¹ **Barbecho**= Localmente se entiende como la remoción del suelo con arado para aflojar la tierra y revolver los residuos vegetales para facilitar el enraizamiento y nutrición de las plantas. **Espeque**= Caracterizado por la siembra sin labranza del suelo, ya sea en suelos planos o con pendiente, sólo se usa una palanca de madera con punta de hierro para hacer los hoyos en el que se depositaran las semillas. **Tlacolole**= Este sistema de cultivo es parecido al sistema de rosa-tumba-quema, se realiza normalmente en suelos muy inclinados (mayor a los 30°), es sembrado a espeque.

3.4. Establecimiento y manejo de la parcela experimental

Preparación del terreno. Se realizó un barbecho 15 días antes de la siembra con arado de discos de tracción mecánica a una profundidad de 20-25 cm. Al momento de la siembra, se realizó el surcado con arado de tracción animal a una separación entre surcos de 0.90 m.

La siembra se realizó de forma manual el día 22 de junio de 2007, en suelo húmedo y al fondo del surco, depositando tres semillas por mata a una distancia de 50 cm entre matas.

Para ajustar la densidad de población, se realizó un aclareo a los 15 días después de la nacencia (15 de julio), fueron eliminadas las plantas más pequeñas, con poca vigorosidad y las plantas que se encontraron fuera del arreglo topológico. Se eligieron sólo dos plantas por mata para dejar 44 plantas por parcela.

Se utilizó la formula de fertilización 90-60-00 recomendada por el INIFAP (2007) para siembras de maíz de temporal. Se aplicó todo el fosforo y el 50% del nitrógeno a los 20 días de la nacencia y al momento del primer aporque. El 50% del nitrógeno restante fue aplicado en el segundo aporque, 20 días después del primero.

Para el control de malezas se aplicó Paraquat (Gramoxone) a una dosis de 2.5 litros/ha, aplicado 24 horas después de la siembra. Posteriormente se realizaron dos deshierbes manuales junto con el primero y segundo aporque.

La plaga de mayor importancia que se presentó, es la gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), fue controlada con Terbufós al 5% (Counter), aplicado al momento de la siembra a una dosis de 7 kg/ha. También hubo incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) a los 20 días después de la siembra; para su control, se aplicó Permetrina granulada (Ambush 34) a una dosis de 500 cc/hectárea.

La cosecha se realizó el 12 de noviembre de 2007, previa madurez a cosecha de todos los tratamientos. Posteriormente las mazorcas fueron expuestas a la luz del sol para deshidratarse de forma natural. Cuando las mazorcas alcanzaron el 14% de humedad, se procedió a su desgrane.

3.5. Variables evaluadas

Para la caracterización de los 23 genotipos y los dos testigos, se propusieron 34 variables morfológicas y agronómicas. Las variables evaluadas fueron agrupadas principalmente en vegetativas, agronómicas, de la espiga, de la mazorca y del grano.

3.5.1 Caracteres vegetativos

En todas las variables de este agrupamiento de caracteres se consideraron 5 plantas en competencia completa y tomadas al azar para realizar su medición; a excepción de las variables número de plantas con hijuelos y el número de plantas jorras.

1.- Altura de planta (APL): la medición se realizó en centímetros desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción de la hoja bandera.

2.- Altura de mazorca (AMZ): la medición se realizó en centímetros desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca principal.

3.- Índice de altura de mazorca/altura de planta (IAMZ-APL): Es el resultado de dividir la altura de la planta entre la altura de la mazorca.

4.- Diámetro de tallo (DTALLO): se midió el grosor del tallo a la altura de un metro a partir del suelo, en el entrenudo y sobre la vaina de la hoja.

5.- Longitud de hoja (LHOJA): se midió en centímetros la longitud de la hoja de la mazorca principal, la medición se realizó desde la lígula hasta el ápice.

6.- Ancho de hoja (AHOJA): la hoja de la mazorca principal se midió el ancho en el punto medio de su longitud.

7.- Área foliar (AREAF): para esta variable, se usó la fórmula de Montgomery, el cual dice que se debe multiplicar el ancho de hoja por su longitud, y luego por el factor 0.75.

8.- Número de hojas abajo de la mazorca (NHJABA): se contaron todas las hojas localizadas abajo de la mazorca principal.

9.- Número de hojas arriba de la mazorca (NHJAAR): se contaron todas las hojas localizadas arriba de la mazorca principal.

10.- Total de hojas por planta (THOJAS): se cuantificó el número total de hojas localizadas desde la base de la planta hasta la última hoja en el tallo.

11.- Número de plantas con hijuelos (PHIJ): cuando la planta alcanzo una altura de 20 cm, se realizó el conteo del total de plantas con emisión de hijuelos.

12.- Plantas jorras (PJOR): antes de realizar la cosecha, se cuantificaron las plantas que no formaron olote ni granos.

3.5.2. Caracteres agronómicos

13.- Rendimiento de grano por parcela (RENDPPAR): Fue estimado usando el rendimiento de campo, y calculado con la siguiente fórmula, que estima el rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad.

$$Ren = \left[PM \frac{(1 - \%H)}{0.86} \right] \left[\frac{PG}{(PG + PO)} \right] (1250)$$

Donde:

Ren = Rendimiento de grano por hectárea.

PM = Peso de mazorcas en la muestra.

% H = Porcentaje de humedad expresado en decimales.

0.86 = Valor ajustado al 14% de humedad.

1250 = Unidades por hectárea.

PG = Peso de grano.

PO = Peso de olote.

14.- Total de plantas por parcela (TPPAR): se anotó el número total de plantas por parcela o tratamiento.

15.- Calificación de resistencia al acame (CALAC): poco después de la madurez fisiológica, se evaluó de manera visual, tomando como referencia la escala de 1-5; el valor de uno correspondió a las parcelas donde no hubo ninguna planta acamada y el valor de cinco correspondió a las parcelas con plantas acamadas o ladeadas con más del 45% respecto a la vertical.

16.- Calificación del estado en verde a la madurez fisiológica de la mazorca (CALVER): se realizó una apreciación de forma visual sobre la intensidad del color verde de la planta en general, mediante la escala que va del 1-5.

17.- Número de plantas cuateras (PCUA): esta variable fue medida antes de realizar la cosecha. Se consideraron todas las plantas del tratamiento que presentaron más de una mazorca por planta. El porcentaje de cuateo fue el resultado de dividir el número de plantas cuateras entre el número de plantas totales por parcela, multiplicados por cien.

18.- Peso de olote de cinco mazorcas (POLOT5MZ): fue el peso total de los olotes de la muestra de cinco mazorcas.

19.- Peso total de mazorcas por parcela (PMZPPAR): al momento de la cosecha se pesaron todas las mazorcas cosechadas por parcela.

20.- Número de mazorcas por parcela (NMZPPAR): se obtuvo el número de mazorcas cosechadas por parcela.

21.- Calificación de mazorca (CALMAZ): al momento de la cosecha, se evaluó de forma visual la calidad de la mazorca producida por parcela. Se utilizó la escala de 1 a 5, donde el valor de uno correspondió al mejor aspecto, y el de cinco al peor. En la calificación se consideró: uniformidad, sanidad, incidencia de ataque de insectos, llenado y producción de grano.

22.- Calificación de planta (CALPLA): al momento de la cosecha, se evaluó de forma visual el aspecto general de las plantas. Se utilizó la escala de uno a cinco, donde uno corresponde a buen aspecto y el cinco al peor. En la calificación de las plantas se consideró principalmente la uniformidad en altura, abundancia de follaje, vigor, acame y sanidad.

23.- Peso total de cinco mazorcas por parcela (PT5MAZ): Es el peso total de cinco mazorcas.

24. Número de mazorcas por planta (NMZPPL): es el total de mazorcas cosechadas entre el total de plantas por parcela.

25. Factor de desgrane (FACDES): es el porcentaje de grano por mazorca, y fue calculado con la siguiente fórmula:

$$FACDES = \frac{pgrano}{pgrano + polote}$$

Donde:

FACDES = Factor de desgrane.

Pgrano = Peso de grano.

Polote = Peso de olote.

26.- Días a floración media femenina (DFMEDFEM): es el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron estigmas visibles.

27.- Días a floración media masculina (DFMEDMAS): es el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas tuvieron espigas con anteras dehiscentes.

28.- Asincronía floral (ASIF): es la diferencia de restar DFMEDFEM a los DFMEDMAS.

29.- Número de días a madurez fisiológica (DAMFS): se consideró como madurez fisiológica, cuando el grano llegó a su máximo crecimiento, y al despuntar se formó una capa negra, entre el punto de unión del grano y el pedicelo.

3.5.3. Caracteres de la espiga

30.- Longitud de espiga total (LOGESPTL): fue medida de la punta de la rama central al nudo superior del tallo.

31.- Número de espigas primarias (ESPPRIM): se contó el número total de ramas en la inflorescencia masculina excluyendo la rama central.

32.- Número de espigas secundarias (ESPSEC): se cuantificó el número de espigas secundarias con estructuras bien definidas.

33.- Longitud de pedúnculo (LONPEDUN): se midió la distancia en centímetros, del nudo superior del tallo al punto de inserción de la rama más baja de la espiga.

34. – Longitud de raquis (LONGRAQ). Es la distancia en centímetros entre el nudo superior de la planta, al inicio de la primera ramificación de la espiga

35.- Longitud de la espiga principal (LONESPAL): se midió la distancia del punto de inserción de la rama superior de la panícula a la punta de la rama central.

3.5.4. Caracteres de la mazorca

36.- Diámetro de mazorcas (DIAMAZ): se midió con un vernier en centímetros, la parte central de cada una de las 5 mazorcas de cada muestra.

37.- Longitud de mazorcas (LONGMAZ): se midió en centímetros la longitud de la mazorca a partir de su base a su porción apical.

38.- Hileras por mazorca (HILPMAZ): en la parte central se contó el número de hileras de granos de cada una de las cinco mazorcas muestreadas.

39.- Número de granos por hilera (GRNPHIL): en cada una de las cinco mazorcas muestreadas, se anotó el número de granos por hilera.

40.- Diámetro de olote (DIOLOT): se midió con un vernier la parte central del olote.

41.- Largo de olote (LAOLOT): se midió a partir de la base del olote, pasando por el mayor punto de inserción de granos hasta su porción apical.

3.5.5. Caracteres del grano

42.- Peso de 100 semillas (P100S): se pesó una muestra compuesta de 100 granos tomados al azar de la muestra de cinco mazorcas.

43.- Ancho de grano (ANGRN): se midió el ancho de diez granos tomados al azar.

44.- Longitud de grano (LOGRN): a partir de la base a la punta del grano, se midió la longitud de 10 granos tomados al azar.

45.- Grosor de grano (GRSGRN): en forma aleatoria, se midió el ancho de 10 granos.

3.6. Análisis estadístico

3.6.1 Análisis de varianza

A cada una de las variables evaluadas se aplicó un análisis de varianza para definir diferencias entre tratamientos, y un análisis de medias para identificar los tratamientos superiores, usando la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Se utilizó el modelo de diseño de bloques completos al azar para interpretar los resultados, debido a que al efectuar el análisis con látice, éste no fue eficiente. El modelo matemático consistió en lo siguiente: $Y = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$, donde μ corresponde a la media general, β al efecto de bloque, τ_j al efecto de variedad y ε_{ij} al error.

3.6.2. Análisis de Componentes Principales (ACP)

En la definición de las variables más importantes para el estudio de la diversidad y separación de grupo, se utilizó el análisis de componentes principales y de conglomerados.

El Análisis de componentes principales condensa la información contenida en un conjunto numeroso de variables originales a un reducido número de dimensiones compuestas o valores teóricos nuevos (factores) conservando la variabilidad o información de los datos (Hair *et al.*, 2001). Entre mayor sea el valor propio del componente principal, más varianza original total explica. Generalmente el orden de los componentes principales, es en base al tamaño de la varianza (Johnson, 1998).

Se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) para estudiar la contribución de cada variable evaluada en cada componente principal. El ACP se calculó a partir de la matriz de correlación de los caracteres evaluados, y se obtuvo una descripción del

conjunto de poblaciones. El ACP se efectuó con el procedimiento Proc Princomp de SAS (SAS Inst., 2004).

3.6.3. Análisis de Conglomerados (ADC)

Adicionalmente, se realizó un análisis de conglomerados. Se definieron grupos de variedades con características similares utilizando una matriz de distancias euclidianas. El análisis se realizó con el procedimiento Proc Cluster del paquete SAS (SAS Inst., 2004).

3.7. Estudio exploratorio de la denominación local del maíz

3.7.1. Encuesta

Para conocer la relación de la denominación local de los maíces y sus características de mazorca y grano, se entrevistó a siete agricultores, elegidos de acuerdo a su conocimiento de la localidad y del cultivo de maíz. A cada agricultor se le pidió nombrar y describir las 23 muestras de maíz colectadas. Las características de los campesinos con los que se efectuaron las encuestas, se presentan en el Cuadro 3.2.

Para realizar la calificación se empleó como instrumento un cuestionario. El cual incluyó reactivos para describir cada colecta en las características más importantes.

Cuadro 3.2. Características generales de los productores que calificaron las colectas de maíz en Cualac, Guerrero, 2007.

Productor	Edad	Escolaridad	Años cultivando maíz	Variedades que conoce	Variedades que siembra
1	72	3	57	6	5
2	73	2	60	8	3
3	38	10	15	7	2
4	48	5	30	5	3
5	65	3	50	7	3
6	61	4	45	5	2
7	46	3	30	4	2

Los reactivos se agruparon en tres secciones: nombre por el cual conoce el maíz, principales características de grano y mazorca, principales características del sistema de producción donde se siembra, y condiciones donde usa este tipo de maíz. El Cuestionario aplicado se encuentra en Anexo II.

La mecánica de la entrevista fue la siguiente. Con apoyo de un cuestionario, se pidió a los siete productores individualmente, calificar cada una de las 23 muestras. La muestra de cada población consistió de al menos 10 mazorcas. Cada productor reconoció a cada muestra por su nombre, la calificó por sus características de grano, mazorca, planta, tipo de madurez, formas de cultivo y uso. En total, se aplicaron 161 cuestionarios, de donde se obtuvo la información para la captura electrónica, el análisis estadístico y la interpretación de los resultados.

3.7.2 Análisis estadístico de la encuesta

El análisis de la información se realizó mediante estadística descriptiva, utilizando el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 15 (R Development Core Team, 2006).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de Varianza

El análisis del experimento como un látice, mostró que la eficiencia del diseño era sólo 105% superior al análisis como un diseño de bloques al azar; debido a esta poca ventaja del látice, el experimento se analizó como bloques al azar para evitar pérdida de información. En el Cuadro 4.1, se presentan los cuadrados medios, significancia, media y coeficiente de variación, del análisis de varianza de cada una de las variables medidas en cada uno de los 25 genotipos, evaluados en la comunidad de Cualac. En base a los resultados, se puede observar que todas las variables evaluadas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$). Lo que hace denotar la existencia de diferencias genéticas importantes entre las poblaciones evaluadas. Lo que coincide con otros investigadores que han evaluado poblaciones de maíz local como Olvera (1999), Taboada (2000), González (2007) y Hortelano *et al.*, (2008).

4.2. Análisis de medias

Todas las variables evaluadas fueron significativas, por lo que se procedió a realizar una prueba de medias en las características de relevancia agronómica, utilizando la prueba de Tukey. Las tablas completas de prueba de medias se pueden observar en el Anexo I.

4.2.1. Rendimiento por hectárea (RENHA)

El grupo superior estuvo formado por 21 variedades evaluadas. El genotipo que tuvo el mayor rendimiento de grano, fue la COL-C2 con 7494.1 kg ha⁻¹. En rendimiento de grano, destaca que el 80% de las variedades locales evaluadas, igualan a las variedades mejoradas H-507 y VS-535 las cuales fueron utilizadas como testigos comparativos

Cuadro 4.1. Cuadrados medios, significancia, promedios de variables y coeficiente de variación del análisis de varianza de 25 genotipos de maíz evaluadas en Cualac, Guerrero, 2007.

Variables	G.L.	Cuadrados medios	Pr > F	Media	C. V.
APL (cm)	24	0.14	<.0001	3.38	3.92
AMZ (cm)	24	0.20	<.0001	1.79	6.45
IAMZ_APL	24	0.01	<.0001	0.53	5.07
DTALLO (cm)	24	4.74	<.0001	18.44	5.28
LHOJA (cm)	24	105.07	<.0001	98.64	4.53
AHOJA (cm)	24	1.18	<.0001	8.37	5.26
AREAF(cm ²)	24	15693.99	<.0001	620.33	6.56
NHJABA	24	3.02	<.0001	10.11	4.40
NHJAAR	24	0.81	<.0001	5.27	5.20
THOJAS	24	4.53	<.0001	15.37	3.51
DAMFS	24	131.07	<.0001	105.88	3.14
CALAC	24	1.64	0.0036	2.01	42.18
CALVER	24	2.47	<.0001	3.31	24.26
PCUA	24	9.95	<.0001	1.32	115.85
PHIJ	24	30.54	<.0001	3.05	83.40
PJOR	24	2.81	0.0024	1.10	98.53
CVER	24	164.39	0.0002	28.76	25.61
DFMEDFEM	24	57.74	<.0001	67.03	2.20
DFMEDMAS	24	49.60	<.0001	65.98	2.11
ASIF	24	4.60	0.0047	1.41	101.75
LOGRAQ (cm)	24	11.31	<.0001	14.68	9.72
LOGESPTL (cm)	24	10.82	0.0014	41.70	4.97
ESPPRIM	24	15.81	<.0001	16.74	12.67
ESPSEC	24	6.85	<.0001	4.28	33.56
LONPEDUN	24	16.20	0.0003	23.90	9.96
LONESPAL	24	10.62	<.0001	27.12	6.55
NMZPP	24	0.02	0.005	0.98	8.80
PT5MAZ (gr)	24	43625.77	<.0001	802.23	12.97
PGR5MAZ (gr)	24	40646.17	<.0001	696.50	13.73
POLOT5MZ (gr)	24	1733.01	0.0002	107.79	22.35
DIAMAZ (cm)	24	64.55	<.0001	48.07	4.28
LONGMAZ (cm)	24	7.17	<.0001	14.11	6.60
HILPMAZ	24	49.52	<.0001	12.41	7.11
GRNPHIL	24	38.00	<.0001	35.31	6.89
P100S (gr)	24	213.94	<.0001	35.66	11.56
ANGRN (mm)	24	10.72	<.0001	9.43	5.92
LOGRN (mm)	24	6.81	<.0001	12.27	8.37
GRSGRN (mm)	24	0.51	<.0001	3.84	8.98
DILOLOT (mm)	24	22.03	<.0001	24.13	6.25
LAOLOLOT (mm)	24	7.37	<.0001	15.65	5.75
IG	24	0.01	<.0001	0.87	4.52
RENHA (kg ^{ha} ⁻¹)	24	3745367.36	<.0001	6128.96	12.41

G.L. = grados de libertad; C.V. = Coeficiente de Variación

La diferencia en rendimiento promedio, entre la variedad de mayor rendimiento COL-C2 y el mejor testigo mejorado H-507, es de 1947.7 kg ha⁻¹. Esta cantidad representa un 35% de diferencia en rendimiento. Olvera (1999), considera que la mejor respuesta en rendimiento de las poblaciones nativas se debe a que están mejor adaptadas a las variaciones ambientales donde fueron colectadas que las semillas comerciales. Por su parte Taboada (2000) y Gil *et al.*, (2004) comentan que las variedades nativas tienen mejor comportamiento en rendimiento que las variedades mejoradas comerciales en condiciones de suelo y climas adversos, debido a su amplia variación genética. El bajo desempeño de los híbridos y las variedades mejoradas fuera de su área de creación; en parte, es debido a que fueron obtenidos en otros ambientes con adecuada fertilización, humedad controlada, buen manejo agronómico y eficiente control de plagas y enfermedades (Centro de Investigaciones Agrarias, 1980).

4.2.2. Altura de planta (APL)

En orden de mayor a menor, se observa que las colectas COL-C1, COL-C2, COL-C18, COL-C15, COL-C4, COL-C6, el testigo H-507 y la COL-C19 son los genotipos de mayor altura con: 3.8, 3.7, 3.6, 3.6, 3.6, 3.5, 3.5 y 3.5 m. respectivamente. El H-507 es considerado como el híbrido de mayor altura; pero, las colectas COL-C1 y COL-C2 lo superan en un 7.1% y 4.5% respectivamente. Estos materiales pueden ser considerados para uso forrajero y ensilaje.

4.2.3. Altura de la mazorca (AMZ)

La gama de materiales estudiados, mostraron una gran variabilidad respecto a la altura de inserción de la mazorca, dicha manifestación es atribuible a la constitución genética de cada uno de los genotipos analizados. Las colectas con más altura de mazorca fueron COL-C1, H-507, COL-C2, COL-C4. COL-C18 y COL-C15. Por otro lado, los tres genotipos que mostraron la menor altura fueron la VS-535, COL-C16 y la COL-C12. La altura de planta guarda relación con la altura de inserción de mazorca principalmente en COL-C1, H-507, COL-C2, COL-C4. COL-C18 y COL-C15; es decir, cuanto más alta es la planta, más alto es el punto de inserción de la mazorca. En esta relación, se

observa que la COL-C1, sigue siendo el genotipo que manifiesta mayor altura tanto de planta como de inserción de la mazorca, y la variedad de menor altura en ambas variables, también sigue siendo VS-535.

4.2.4. Índice de altura de mazorca/altura de planta (IAMZ-APL).

Los genotipos H-507, COL-C1, COL-C4, COL-C2, COL-C20, COL-C10, COL-C8, COL-C18, COL-C15, COL-C5 y COL-C11 son los que representaron el índice más alto; entendiendo que a mayor altura de la planta, mayor es la altura de inserción de la mazorca, aunque esta condición no significa que la inserción de la mazorca se ubique exactamente a la mitad de la altura total de la planta. Por ejemplo, el maíz H-507 muestra una descompensación de la altura medido a partir del suelo a la altura de la mazorca, y de este punto a la punta final de la espiga; es decir, la parte baja de la planta hasta el punto de inserción de la mazorca, se muestra más prolongada en comparación al tramo que va de la inserción de la mazorca al ápice de la espiga.

4.2.5. Área foliar (AREAF)

Entre mayor es el área foliar de una planta, mayor es su capacidad de captación de radiación solar y dará mayor capacidad fotosintética para la elaboración de carbohidratos. Las hojas de abajo de la mazorca son determinantes para el desarrollo del sistema radicular; las de arriba, se encargan en el desarrollo de la mazorca y el llenado del grano (Reyes, 1990). Los resultados de este estudio indican que el 64 % de los materiales formaron el grupo superior con mayor área foliar. Los tres materiales de mayor área foliar fueron el H-507, COL-C15 y VS-535. Este resultado de ambos testigos coincide con el uso forrajero que le dan los ganaderos locales, con lo que respecta al maíz criollo COL-C15, puede ser sustituto de ambos maíces mejorados.

4.2.6. Número de hojas abajo de la mazorca (NHJABA)

Los genotipos con mayor cantidad de hojas debajo de la inserción de la mazorca fueron: el H-507, COL-C1, COL-C4 y COL-C2. La variedad con menor número de hojas fue la COL-C16 con 8.8 hojas.

4.2.7. Número de hojas arriba de la mazorca (NHJAAR).

Palmer *et al.*, citado por Reyes (1990), menciona que las hojas más inmediatas a la mazorca son las principales contribuyentes de carbohidratos de los granos del maíz, y las hojas inferiores contribuyen relativamente muy poco. Los genotipos VS-535, H-507 y COL-C6, formaron el grupo con mayor número de hojas arriba de la mazorca.

4.2.8. Total de hojas por planta (THOJAS)

El número de hojas está en función al número de nudos, las hojas nacen en la parte inferior inmediata a las yemas florales femeninas en una distribución respecto al tallo en forma alterna. El grupo de variedades con mayor número de hojas totales fueron el H-507, COL-C1 y COL-C2 con 18. 17.6 y 16.7 hojas, respectivamente.

4.2.9. Número de plantas cuateras (PCUA)

El cuateo de las mazorcas en las plantas de maíz, es una de las características más deseables por el productor; aunque en contraste, con esa preferencia, no abundan los genotipos criollos cuateros. De los genotipos colectados, sólo tres sobresalieron en el porcentaje de plantas cuateras: COL-C20, COL-C3 y el H-507, con 7.2, 4 y 3.5% de plantas cuateras respectivamente. El resto de los genotipos no presentaron cuateo. Observándose así, que de los 23 materiales criollos evaluados, solo dos sobresalieron en mayor número de plantas cuateras.

4.2.10. Número de plantas con hijuelos (PHIJ)

En los materiales evaluados, el 76% procrean hijuelos en mayor o menor medida, y en 24% está ausente. Las colectas que muestran mayor incidencia de esta variable son: COL-C1, COL-C4, COL-C15 y COL-C10 con el 9.5%, 8.25%, 7.5% y 6.75%, respectivamente, en comparación de las colectas y testigos que no emitieron hijuelos en ninguna etapa de su desarrollo; tales como, COL-C16, COL-C13, COL-C21, COL-C22, H-507 y VS-535.

4.2.11. Días a floración media femenina (DFMEDFEM)

En intervalo de variación en DFMEDFEM es de 18 días. El H-507 presentó el mayor número de días con 78 y la COLC16 el menor valor con 60 días. Entonces el H-507 fue el más tardío, un segundo grupo está formado por las colectas COL-C1, COL-C4 las cuales mostraron su floración a los 74 y 73 días, respectivamente.

4.2.12. Asincronía floral (ASIF)

El número de días entre la floración media masculina y la floración media femenina, suscitados en la misma población, se denomina asincronía floral. Los maíces COL-C4, COL-C1 y COL-C15 presentaron la mayor asincronía floral, con diferencias de 4, 3 y 2 días, respectivamente. Los genotipos que mostraron mejor sincronización fueron la COL-C9, H-507 y COL-C16.

4.2.13. Diámetro de mazorcas (DIAMAZ)

Los maíces que presentaron mayor diámetro de mazorca son cinco, cuatro de ellos se les reconoce localmente como “arroceños”. El grupo de mayor diámetro fue integrado por la COL-C4, COL-C2, COL-C10, COL-C1 y COL-C5. La población que presentó el mayor diámetro de mazorca fue la COL-C4, con un valor de 57 mm; mientras que el genotipo de menor diámetro fue la COL-C16, con valor de 42.6 mm.

4.2.14. Longitud de mazorcas (LONGMAZ)

En la tabla de comparación de medias se puede apreciar que los maíces con mazorca de mayor longitud son COL-C15, COL-C11, COL-C18, COL-C3 y COL-C17 con valores de 17.5, 16.4, 15.8 15.5 y 15.3 cm, respectivamente. El genotipo de menor longitud fue la COL-C10, el cual solo alcanzó un valor de 11.95 cm.

4.2.15. Hileras por mazorca (HILPMAZ)

Solo dos genotipos sobresalieron en diámetro de mazorca, la COL-C10 y COL-C4 con 20.5 y 19.9 cm, respectivamente. Estos genotipos, pertenecen al grupo de maíces que localmente se identifican como arroceños. Estos dos genotipos superan en un 150 y

138% en número de hileras al genotipo COL-C17, que solo se manifestó con ocho hileras por mazorca. El segundo grupo sobresaliente son los genotipos COL-C1, H-507 y COL-C23 con 17.95, 16.15 y 16.15 cm, respectivamente.

4.2.16. Numero de granos por hilera (GRNPIL)

El número de granos por cada hilera de la mazorca, es uno de los componentes más importantes del rendimiento de grano. El grupo de maíces con mayor número de granos por hilera fueron: la COL-C3, COL-C15, COL-C1, COL-C22, COL-C21, COL-C6, COL-C18, COL-C11, COL-C8, COL-C9, H-507 y COL-C13; mientras que la COL-C10 presentó el menor valor con 27.4.

4.2.17. Peso de 100 semillas (P100S)

Son 11 los genotipos que formaron el grupo superior de variedades con mayor peso de 100 semillas, en comparación al resto de los materiales genéticos criollos, incluyendo a los dos testigos. Los valores más altos en peso de 100 semillas fueron para los maíces COL-C7, COL-C18 y COL-C17 con 48.2, 46.7 y 45 gramos. Los maíces de menor peso de 100 semillas son la COL-C23, VS-535 y H-507 con 28.2, 24.75 y 23.0 gr, respectivamente. En los maíces mejorados, existe el supuesto de que poseen el mayor peso específico; pero en este caso, los resultados evidencian lo contrario.

4.2.18. Ancho de grano (ANGRN)

El grupo superior en ANGRN, lo integraron la COL-C13, COL-C18, COL-C17 y COL-C7. El mayor ancho de grano fue la COL-C13 con 12.4 mm, El grupo de menor valor estuvo formado por la COL-C10, COL-C1, COL-C23, COL-C4, COL-C19 y H-507. De estas colectas, el grano más angosto fue representado por la COL-C10 con 6.4 mm.

4.2.19. Longitud de grano (LOGRN)

En el cuadro de cálculo de medias, se aprecia que los valores más altos son para las variedades criollas. De los 25 genotipos, son 16 variedades locales las que fueron

sobresalientes. El valor más alto fue la COL-C10 con 14.65 mm, y el de menor valor, fue para la VS-535 y H-507 con 9.3 y 10.3 mm.

4.2.20. Grosor de grano (GRSGRN)

El grupo sobresaliente en GRSGRN estuvo formado por 17 genotipos. Aunque el genotipo que mejor expreso este carácter fue la COL-C11 con 4.5 mm, y el de menor expresión la COL-C21 con 3.2 mm.

4.2.21. Diámetro de olote (DILOLOT)

La variedad mejorada VS-535, el híbrido H-507 y COL-C4, expresaron el mayor diámetro de olote con 30.8 mm, 27.8 mm, y 26.8 mm, respectivamente. Mientras tanto, los olotes más delgados los obtuvieron los genotipos: COL-C3, COL-C22, COL-C21, COL-C19, COL-C17, COL-C18, COL-C14, COL-C23 y COL-C16 con valores de 19.2 a 23.1 mm. Esta característica es deseable para el productor; se presentó una diferencia entre 60 a 33%, con respecto al maíz de mayor diámetro de olote, que en este caso está representado por la variedad VS-535, el híbrido H-507 y COL-C4.

4.2.22. Índice de grano (IG)

El índice de grano indica la proporción de grano de maíz, en relación a la mazorca. El grupo superior estuvo formado por 18 variedades. El genotipo con el mayor valor fue la COL-C19, con un índice de 0.96, lo cual indica que el 96% del peso de la mazorca, corresponde al peso de grano, y solo el 4% al peso de olote. El menor valor fue para la VS-535 con 0.76. La COL-C19 superó en un 26% al genotipo mejorado VS-535; siguiéndole en ese orden la COL-C2 y COL-C3 con una ventaja del 19%.

4.3. Análisis de Componentes Principales (ACP)

El análisis de Componentes Principales permite manejar la información y reducir la complejidad de interpretación de los resultados. En el Cuadro 4.2, se muestran los valores propios y la proporción de la varianza explicada por los primeros 15

componentes principales (CP); los cuales explican el 99% de la varianza de los datos originales. Los tres primeros componentes principales expresan el 65.7% de la variación presentada.

Cuadro 4.2. Valores propios del análisis de componentes principales de las 25 poblaciones locales de maíz de Cualac, Guerrero. 2007.

Componente Principal	Valor Propio	Diferencia	Porción de la varianza total	Proporción acumulada
1	6.8363	1.5002	0.2848	0.2848
2	5.3361	1.7321	0.2223	0.5072
3	3.6039	0.9142	0.1502	0.6573
4	2.6896	1.0473	0.1121	0.7694
5	1.6422	0.8373	0.0684	0.8378
6	0.8049	0.0637	0.0335	0.8714
7	0.7411	0.2612	0.0309	0.9023
8	0.4798	0.1072	0.0200	0.9223
9	0.3726	0.0187	0.0155	0.9378
10	0.3539	0.0884	0.0147	0.9525
11	0.2654	0.0386	0.0111	0.9636
12	0.2267	0.0373	0.0094	0.9730
13	0.1894	0.0703	0.0079	0.9809
14	0.1191	0.0088	0.0050	0.9859
15	0.1103	0.0331	0.0046	0.9905

En el cuadro 4.3, se presentan los valores propios de los cuatro primeros componentes principales, y su relación con las variables iniciales. Las variables originales, que más contribuyeron a la explicación de la variabilidad de cada componente, se marcaron en negritas. Las variables que más aportaron para explicar la varianza en el primer componente principal (CP1), estuvieron relacionadas con características vegetativas, fisiológicas y de grano; las variables fueron NHJABA, DFMEDFEM, HILPMAZ y ANGRN. En el segundo componente principal (CP2), las variables que más aportaron para explicar la varianza estuvieron relacionadas con características vegetativas como AREAF, NHJAAR, LONGRAQ, y LONGMAZ. En el tercer componente principal (CP3) se relacionó con las variables LONESPAL e IG. Para el cuarto componente (CP4) se relacionó con las características de grano y de la mazorca; siendo los de mayor importancia CVER, GRNPHIL, GRSGRN, DIOLOT e IG.

Cuadro 4.3. Vectores propios de los cuatro primeros componentes principales del análisis de 25 poblaciones locales de maíz de Cualac, Guerrero. 2007.

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4
APL	0.213980	0.185629	0.276461	-.051652
DTALLO	0.233543	0.210977	0.211415	0.190265
AREAF	0.080491	0.380322	-.059089	0.035787
NHJABA	0.337732	0.125767	0.061087	-.076875
NHJAAR	0.083196	0.294170	-.240228	0.015295
CALVER	-.205056	-.182175	-.243608	-.031408
CVER	0.046151	-.139341	0.098828	0.356200
DFMEDFEM	0.318033	0.193721	-.029693	0.020182
LOGRAQ	-.165835	0.298758	0.161002	0.122419
LOGESPTL	-.130914	0.263933	-.228071	0.057189
ESPPRIM	0.277601	0.062496	0.200615	0.064394
LONPEDUN	-.248475	-.153962	0.238706	0.063568
LONESPAL	0.019154	-.024050	-.378760	-.097652
NMZPP	0.021515	0.207729	0.010871	-.284545
DIAMAZ	0.277906	-.189310	0.120616	0.168658
LONGMAZ	-.172932	0.285706	0.254798	-.046140
HILPMAZ	0.319955	-.152560	-.072032	0.053001
GRNPHIL	-.007078	0.265821	0.127032	-.390266
P100S	-.252902	0.071331	0.281812	0.168403
ANGRN	-.304922	0.171018	0.079698	0.094899
LOGRN	0.125050	-.235959	0.288403	-.064393
GRSGRN	-.142780	0.051300	0.150500	0.450727
DILOLOT	0.192807	0.084335	-.219147	0.414083
IG	0.054029	-.206124	0.291182	-.326599

CP1=componente principal uno, CP2= componente principal dos, CP3= componente principal tres, CP4= Componente principal cuatro. APL= Altura de planta, DTALLO= Diámetro de tallo, AREAF= Área foliar, NHJABA= Numero de hojas debajo de la mazorca, NHJAAR= Numero de hojas arriba de la mazorca, CALVER= Calificación de color verde, CVER=Calificación planta verde, DFMEDFEM= Días a floración media femenina, LOGRAQ= Longitud de raquis, LOGESPTL= Longitud de espiga, ESPPRIM= longitud de espiga primaria, LONPEDUN= Longitud de pedúnculo, LONESPAL= Longitud de espiga principal, NMZPP= Número de mazorcas por parcela, DIAMAZ= Diámetro de mazorca, LONGMAZ= Longitud de mazorca, HILPMAZ= Hileras por mazorca, GRNPHIL= Granos por hilera, P100S= Peso de 100 semillas, ANGRN= Ancho de grano, LOGRN= Longitud de grano, GRSGRN= Grosor de grano, DILOLOT= Diámetro de lote, IG =Índice de desgrane.

4.4. Distribución de la diversidad

El análisis de componentes principales permitió estudiar la distribución de las 25 variedades sobre un plano cartesiano, determinado por el primer y segundo componente principal, y después por el primero y el tercer componente (Figuras 4.1 y

4.2). En la Figura 4.1 se presenta la distribución de las variedades evaluadas considerando el primer y segundo componente principal. Las variables en esta figura, se muestran agrupadas de acuerdo a los resultados del análisis de conglomerados. Se observa que la formación de grupos del análisis de conglomerados coincide con la distribución espacial del análisis de componentes principales. En el cuadrante I se ubica el grupo cinco y seis. En el cuadrante II, los grupos uno y dos; en el cuadrante III, el grupo tres, y en el cuadrante IV, el grupo cuatro.

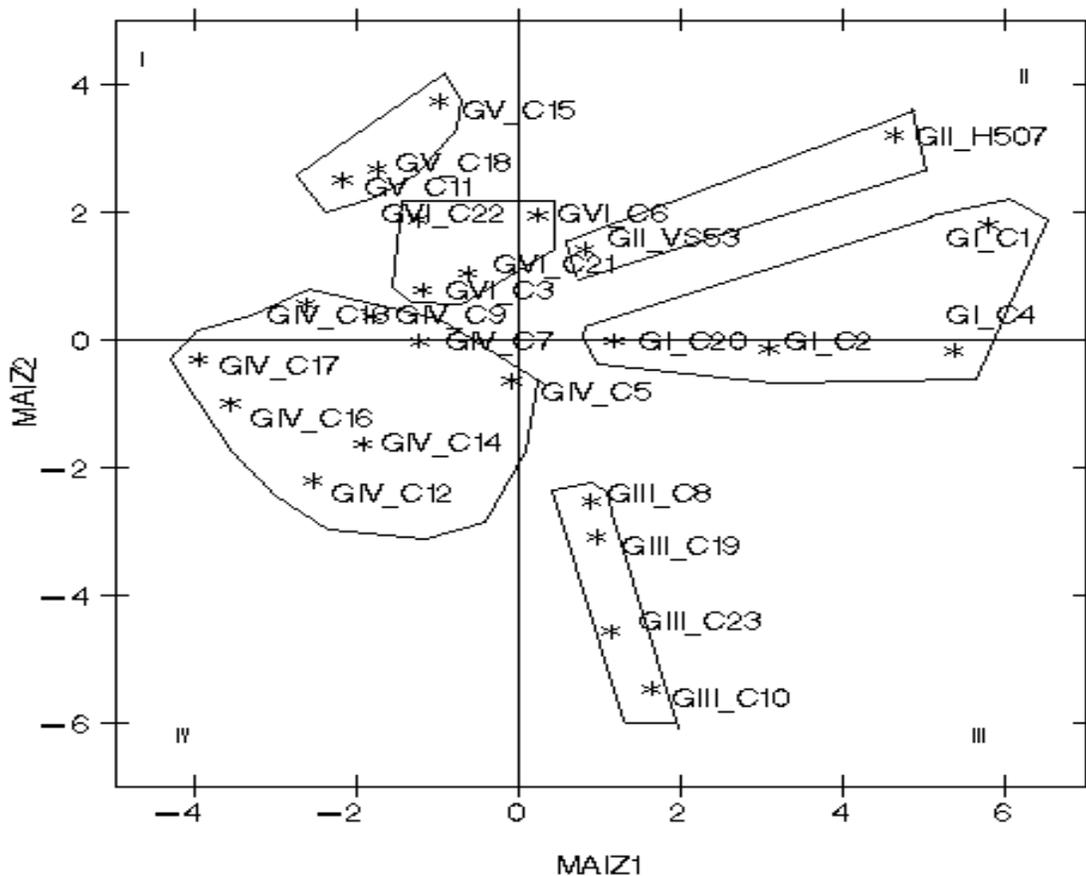


Figura 4.1. Dispersión de 25 poblaciones locales de maíz de Cualac, Gro. en el primer plano factorial de dos primeros componentes principales del análisis con 15 variables.

La misma formación de grupos se observa cuando se grafica, el componente principal uno y el componente tres (Figura 4.2). En el cuadrante I se concentró principalmente el grupo cinco. En el cuadrante II se ubicó el grupo uno y parte del grupo tres. En el cuadrante III se posicionó el grupo dos y una porción de los grupos seis y tres. En el

cuadrante IV se localiza una porción de los grupos seis y cuatro. En general, todas las variedades definidas como un grupo en el análisis de conglomerados están próximas entre sí, cerca de su propio grupo, excepto la variedad COL-C3, que está alejada del grupo seis.

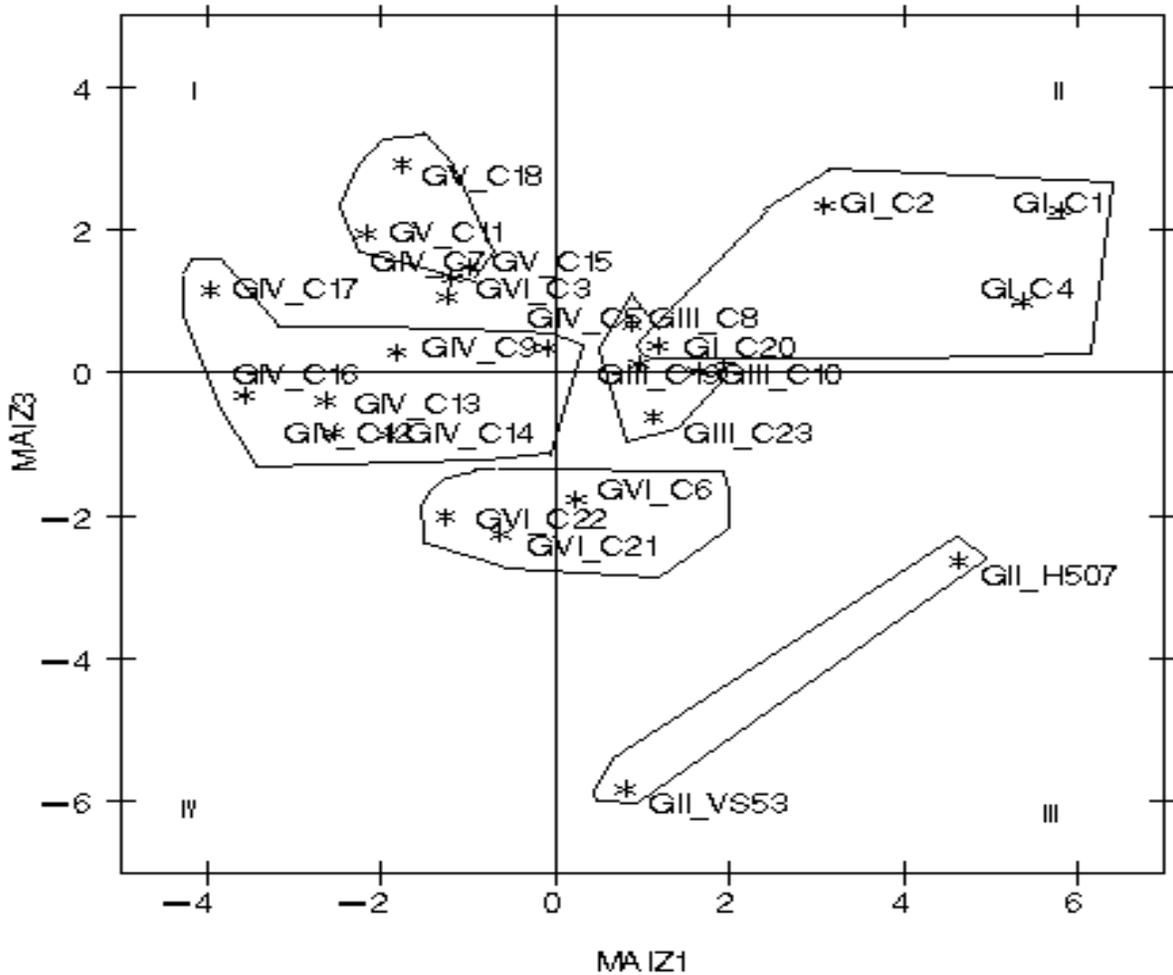


Figura 4.2. Dispersión de 25 poblaciones locales de maíz de Cualac, Gro. en el primer plano factorial del primer y tercer componentes principales del análisis de 15 variables.

4.5. Análisis de conglomerados.

En el dendograma obtenido por el análisis de conglomerados y utilizando el valor de R-cuadrada de 0.6, es posible identificar seis grupos (Figura 4.3). El Grupo uno, lo integran las colectas: COL-C1, COL-C2, COL-C4 y COL-C20. El grupo dos, lo forman

las variedades mejoradas H-507 y VS-535. El Grupo tres: COL-C8, COL-C10, COL-C19, COL-C23. El grupo cuatro: COL-C5, COL-C7, COL-C9, COL-C12, COL-C13, COL-C14, COL-C16, COL-C17. El grupo cinco por COL-C11, COL-C15, COL-C18, y el grupo seis por COL-C3, COL-C6, COL-C21, y COL-C22.

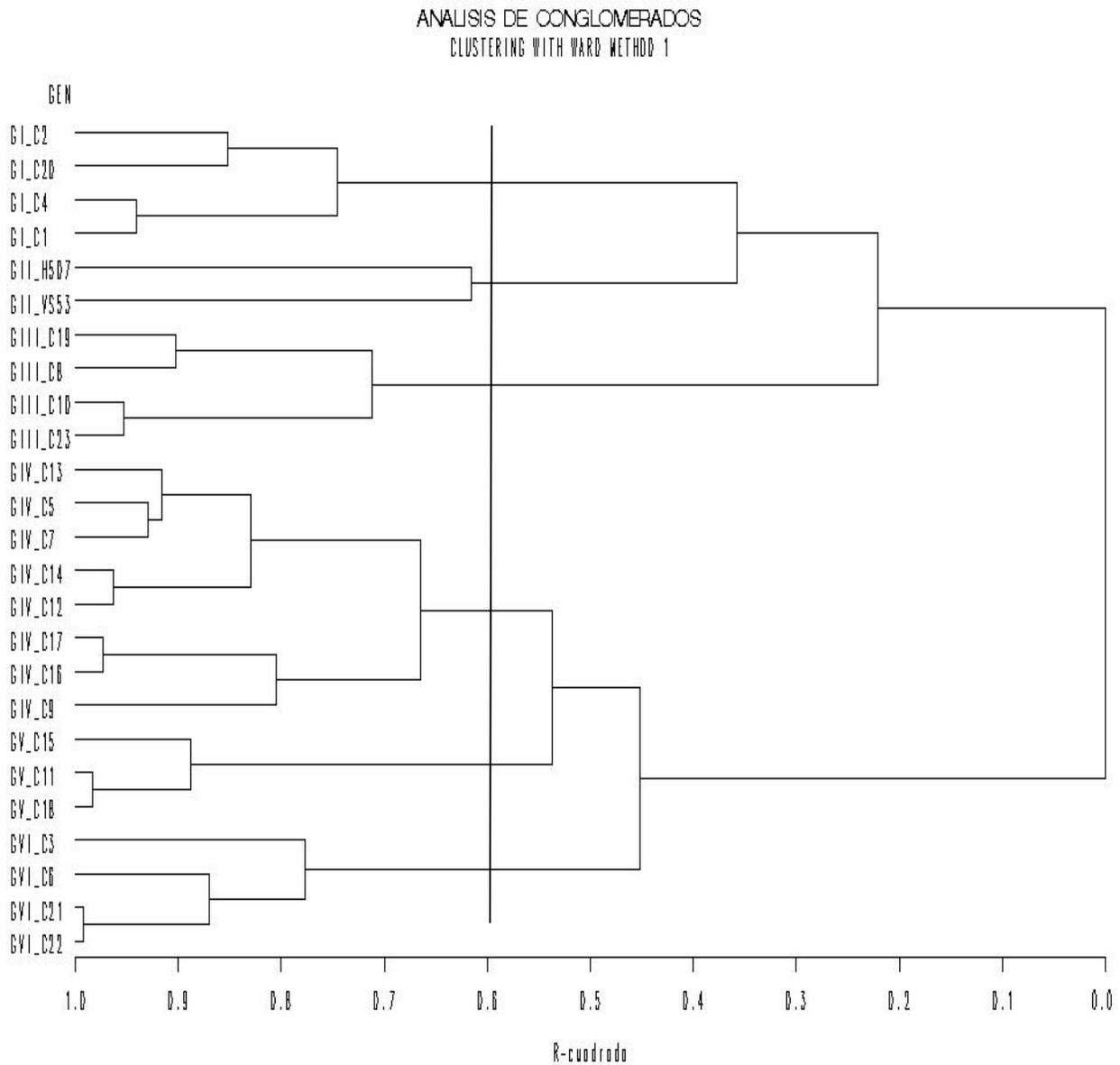


Figura. 4.3. Dendrograma de 25 poblaciones de maíz de Cualac, Guerrero, con base a 15 características.

En el Cuadro 4.4, se presenta el promedio de los 10 caracteres más importantes obtenidos con el análisis de componentes principales. Las características, que diferencian a los diferentes grupos formados en el análisis de conglomerados, se obtuvieron utilizando las medias de las variables definidas en el análisis de componentes principales. Cada grupo se nombró considerando sus características distintivas y la coloración de grano predominante.

Cuadro 4.4. Grupos formados en el análisis de Conglomerados, y las medias de las variables más importantes, definidas en el análisis de componentes principales.

GPO	NHJABA	DFMEDFEM	HILPMAZ	ANGRN (mm)	AREAF (cm ²)	NHJAR	LOGRAQ (cm)	LONGMAZ (cm)	IG	LONESPAL (cm)
1	11.35	71.31	15.58	8.19	645.3	5.31	14.03	13.66	0.87	26.42
2	11.00	73.50	15.78	8.18	705.1	6.18	14.06	12.84	0.80	29.00
3	10.01	65.75	16.45	7.20	517.1	4.80	12.73	12.51	0.91	27.06
4	9.41	63.84	9.79	10.85	598.6	5.11	14.75	14.34	0.86	27.21
5	9.83	67.58	9.80	10.85	675.7	5.22	17.96	16.58	0.87	25.44
6	10.13	66.75	10.69	9.63	658.1	5.60	15.00	14.50	0.86	27.99

GPO= Grupo, NHJABA= Numero de hojas debajo de la mazorca, DFMEDFEM= Días a floración media femenina, HILPMAZ= hileras por mazorca, ANGRN= ancho de grano, AREAF=Área foliar, NHJAR= número de hojas arriba de la mazorca, LOGRAQ= longitud de raquis, LONGMAZ= longitud de mazorca, IG =índice de desgrane, LONESPAL= longitud de espiga principal.

La descripción de los grupos es la siguiente:

El grupo 1. Blanco tardío. Este grupo presentó el mayor número de hojas abajo de la mazorca, y es el más tardío en floración femenina entre las poblaciones locales. Tres de las poblaciones fueron de color de grano blanco y una azul.

El grupo 2. Variedades mejoradas introducidas. En este grupo se encuentran las variedades mejoradas introducidas que sirvieron de testigos. Es el grupo más tardío en DFMEDFEM, con la mayor AREAF, NHJABA y LONESPAL, y con el menor IG. En general, son plantas vigorosas con mazorcas de olote grueso.

El grupo 3. Azul mazorca chica. Este grupo tiene el mayor número de HILPMAZ e IG. Contrario al grupo dos, este grupo presenta el mayor peso de grano en relación a la mazorca. Por otro lado, presenta los valores más pequeños en AREAF, NHJAR, LOGRAQ, LONGMAZ y ANGRN. En general, las plantas son las menos vigorosas de las variedades evaluadas, de floración intermedia, las mazorcas fueron las más pequeñas, pero con el más alto número de HILPMAZ y olote delgado. Las cuatro poblaciones de este grupo fueron de color azul.

El grupo 4. Poblaciones de ciclo precoz con granos de diferente color. Las características principales de este grupo están representadas por el menor número de NHJABA, es el más precoz a DFMEDFEM y tiene el menor número de HLPMAZ (al igual que el grupo cinco). Además, tiene el mayor ancho de grano. En resumen, se puede decir que son plantas de ciclo precoz con mazorcas con el menor número de hileras y con granos que presentaron la mayor anchura. Este grupo se formó con nueve poblaciones de las cuales dos fueron blancas, dos azules, una amarilla, una colorada, una rosada y una morada.

El grupo 5. Grano de color intermedio. Las características distintivas de este grupo son: presenta la mayor longitud de mazorca, longitud de raquis y ancho de grano del resto de los grupos (junto con el grupo 4). Sin embargo, presenta los menores valores de HILPMAZ (junto con el grupo 4) y LONESPAL. En este grupo las tres poblaciones fueron de color diferente: colorado, amarillo y rosado.

El grupo 6. Blanco intermedio. Este grupo tiene valores promedio en las características evaluadas; pero no tiene características distintivas, por eso sus valores para las variables consideradas están en valores promedio en todas ellas. Las cuatro poblaciones de este grupo fueron de color blanco.

Los grupos en color de grano son parecidos, pero hay diferencias entre ellos. Los grupos uno y seis, son de grano blanco. Del mismo modo, el grupo cuatro y cinco,

presenta variación en la coloración entre las poblaciones que lo forman; sin embargo, hay algunas diferencias entre ellos. La diferencia entre grupo uno y seis, es en primer lugar en DFMEDFEM, el grupo uno es tardío (71.3 días) y el seis es clasificado intermedio (66.7). El grupo uno tiene más hileras por mazorca. En número de hileras por mazorca del grupo uno es en promedio de 15.6 y del grupo seis es 10.7 cm. Por último, el grupo uno, presentó mayor ancho de grano (8.2 mm en promedio) que el grupo seis (9.6 mm). Entre el grupo cuatro y cinco, las diferencias están principalmente en DFMEDFEM y LOEDPAL. En AREAF, el grupo cuatro, tuvo 675 cm² y el grupo cinco 675.7 cm². En DFMEDFEM el grupo cuatro tuvo 63.8 días (precoz) y el grupo cinco 67.6 días (intermedio).

4.6. Relación de colectas por coloración de grano y rendimiento

Gil *et al.*, (2004) comentan que la variabilidad en color de grano, es evidencia de la diversidad en las poblaciones de maíz. La frecuencia del color de grano de las colectas, se muestra en el Cuadro 4.5. Se observa que el color de grano fue diferente entre las poblaciones colectadas. Predominó el grano blanco (44%) y el azul (28%), el 4%, fue morado, y el colorado, rosado y amarillo, representaron el 8% cada uno.

Cuadro 4.5. Relación de coloración de grano y su rendimiento (kg ha⁻¹) de los 25 genotipos evaluados en la comunidad de Cualac, Guerrero, 2007.

Color de grano	Numero de colectas	Porcentaje del total (%)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)		Diferencia en kg
			Máximo	Mínimo	
Blanco	11	44	7494	5499	1995
Azul	7	28	6900	4934	1966
Amarillo	2	8	7146	6132	1014
Colorado	2	8	6601	3981	2619
Rosado	2	8	6331	6282	49
Morado	1	4	4050	4050	0
Totales	25	100			

Con lo que respecta el rendimiento de grano por grupo de coloración, se observa que el grupo de los maíces de color blanco son los que presentaron mayor rendimiento;

siguiéndole en ese orden de importancia, el grupo de los maíces de color azul, amarillo, colorado, rosado y morado. Taboada (2000), encontró que las variedades de color blanco presentaron mayor rendimiento en el Valle de Serdán, Puebla.

La proporción de color de grano, no coincide con otros estudios, lo que da idea de que la diversidad de los maíces cultivados pueden diferir de región a región; por ejemplo, Taboada (2000), reporta que en 294 colectas de la región del Valle de Serdán, Puebla, el 95.2% fue de maíz blanco, un 2% con maíz amarillo, un 1.4% con maíz negro, un 1% con maíz azul y solo un 0.4% con maíz colorado. Aunque por lo general en las diversas regiones predominan los maíces blancos. En el Plan Puebla, recolectaron 249 muestras de la cosecha de 1970, de ellas, 144 (57.83%) correspondieron a maíz de color blanco, 24.28 (9.75%) a maíz pinto, 29.69 (11.92%) a maíz amarillo, 27.75 (11.14%) a maíz rojo y 23.42 (9.40%) a maíz de color azul (Cervantes y Mejía, 1984). Mientras que en otro estudio realizado por Espinosa *et al.*, (2006) sobre la diversidad fenotípica entre poblaciones de maíz con diferentes grados de pigmentación encontró: seis grupos de colores de grano, siendo el de mayor predominancia el color amarillo con 44 poblaciones, el blanco con 28 poblaciones, el azul con 18, el rojo con 15, el purpura con cinco y el anaranjado con cuatro poblaciones.

4.7. Relación en días a floración media femenina y color de grano

El periodo de floración media femenina en las poblaciones estudiadas fue de 60 a 78 días. Este periodo se dividió en tres para clasificar a las poblaciones en tardía, intermedia y precoz. De este modo, las poblaciones con 60 a 66.0, 66.1 a 72.0 y 72.1 a 78.0 días a floración media femenina, se clasificaron como: precoces, intermedias y tardías, respectivamente. Con este criterio se encontró que fueron más frecuentes las poblaciones precoces e intermedias, el 48% de las poblaciones evaluadas fueron precoces, 40% fueron intermedias y 12% fueron tardías (cuadro 4.6). Las colectas de tipo precoz fueron la COL-C16, COL-C14, COL-C9, COL-C12, COL-C13, COL-C17, COL-C8, COL-C10, COL-C19, COL-C3, COL-C11 y COLC5, las intermedias las

colectas COL-C7, COL-C21, COL-C22, COL-C23, COL-C18, COL-C6, COL-C15, COL-C2 y VS-535, y las coletas tardías: COL-C4, COL-C1 y H-507.

Cuadro 4.6. Relación entre días a floración media femenina y color de grano de los 25 genotipos evaluados en la comunidad de Cualac, Guerrero en 2007.

Color de grano	Precocidad			Total	Porcentaje
	Precoz	intermedio	tardío		
Blanco	3	5	3	11	44
Azul	5	2	-	7	28
Colorado	2	-	-	2	8
Rosado	-	2	-	2	8
Amarillo	1	1	-	2	8
Morado	1	-	-	1	4
Total	12	10	3	25	100
Porcentaje	48	40	12	100	

Al relacionar precocidad y color de grano, se encontró que, únicamente las poblaciones de color blanco fueron tardías. De las 11 poblaciones blancas, tres fueron precoces, cinco intermedias y tres tardías. Las poblaciones moradas y coloradas fueron precoces, las poblaciones rosadas intermedias, y las poblaciones azules y amarillas fueron de ciclo intermedio y precoz (Cuadro 4.6).

En el Cuadro 4.7 se relaciona el color de grano de la colecta, la precocidad y el grupo donde se ubicó por el análisis de conglomerados. Aquí se observa que el grupo uno es predominantemente de color blanco, y en éste grupo se encuentran las dos poblaciones locales tardías. El grupo tres está formado por poblaciones azules de tipo predominantemente precoz. En el grupo cuatro las poblaciones tienen varios colores azul, morado, rosado, amarillo, colorado, y el blanco, son de maduración precoz. El grupo cinco cuenta con colores amarillo, rosado y colorado y maduración intermedia. En el grupo seis, todas las poblaciones fueron de color blanco, pero fueron poblaciones de tipo intermedio.

Cuadro 4.7. Numero de colecta, grupo y rendimiento por hectárea, DFMEF, precocidad y color de grano.

No. colecta	Color grano	Grupo	RENHA Kg ha ⁻¹	DFMEFEM	Clasificación
COL-C1	Blanco	G-1	6900	74.0	Tardío
COL-C2	Blanco	G-1	7494	69.0	Intermedio
COL-C4	Blanco	G-1	7256	73.0	Tardío
COL-20	Azul	G-1	6672	69.2	Intermedio
VS-535	Blanco	G-2	4832	69.0	Intermedio
H-507	Blanco	G-2	5546	78.0	Tardío
COL-C8	Azul	G-3	6399	65.0	Precoz
COLC-10	Azul	G-3	4934	65.0	Precoz
COL-C19	Azul	G-3	7315	65.5	Precoz
COL-C23	Azul	G-3	4049	67.5	Intermedio
COL-C5	Morado	G-4	6407	66.0	Precoz
COL-C7	Rosado	G-4	6331	66.5	Intermedio
COL-C9	Amarillo	G-4	6132	63.5	Precoz
COL-C12	Colorado	G-4	3981	63.5	Precoz
COL-C13	Blanco	G-4	7155	64.0	Precoz
COL-C14	Azul	G-4	5462	63.2	Precoz
COL-C16	Blanco	G-4	5568	60.0	Precoz
COL-C17	Azul	G-4	6455	64.0	Precoz
COL-C11	Colorado	G-5	6601	66.0	Precoz
COL-C15	Amarillo	G-5	7146	68.7	Intermedio
COL-C18	Rosado	G-5	6282	68.0	Intermedio
COL-C3	Blanco	G-6	6993	65.5	Intermedio
COL-C6	Blanco	G-6	6008	68.5	Intermedio
COL-C21	Blanco	G-6	5806	66.5	Intermedio
COL-C22	Blanco	G-6	5499	66.5	Intermedio

RENHA= Rendimiento por hectárea, DFMEFEM= Días a floración media femenina.

4.8. Relación del análisis de conglomerados y la clasificación campesina

En el análisis de la encuesta a los siete productores que calificaron las 23 colectas, no se identificaron respuestas consistentes en todas las variables, por lo cual, se seleccionó sólo aquellas que tuvieron menor variación. Las variables que se seleccionaron para el análisis fueron: nombre con el cual identifica al maíz, forma de grano, madurez fisiológica, forma de la mazorca, grosor de olote y sistema de cultivo en

la cual prospera. Con esta información, se formó una tabla de frecuencias donde se incluyó el grupo en donde se clasificó, los nombres dados por los productores a las variedades, y los valores dados en las variables de grano, mazorca y manejo más consistentes entre si, y que se ajustaran a la clasificación realizada con el análisis de conglomerados.

Las variables y las frecuencias se presentan en el Cuadro 4.8. se observa que se presentaron coincidencias entre los nombres y características de grano y mazorca que los productores reportaron, y el resultado del análisis de conglomerados. En el grupo seis se concentraron todos los maíces clasificados como “veracruzanos”. Las características que resultaron más homogéneas, por arriba del 75 por ciento de frecuencia en la población y la clasificación más frecuente en cada grupo, fueron: forma de grano, el tipo redondo y ancho; forma de mazorca, el tipo cónico; en olote, la clasificación como delgado, y en madurez fisiológica, lo consideraron como intermedio. El sistema de cultivo, donde se siembra este tipo de maíz, es el de barbecho.

En el grupo uno, el nombre más frecuente para las variedades de color blanco fué el de “arroceño”. Los productores lo clasificaron según la forma de mazorca como cónica, de olote grueso y de ciclo tardío. A diferencia del grupo seis, en el grupo uno, algunos entrevistados mencionaron en dos poblaciones que el sistema de cultivo donde se emplea es el tlacolole.

En el grupo tres, el nombre más frecuente es el arroceño, la forma de grano alargado y puntiagudo, la mazorca es cónica, el ciclo intermedio, y el sistema más frecuente fue el de barbecho.

En el grupo tres y cuatro, no hay valores homogéneos completamente, pero se aprecia que los productores identificaron al grano como ancho o boludo, la mazorca cilíndrica y con una madurez fisiológica de tipo precoz.

Cuadro 4.8. Nombres dados por los productores a las poblaciones evaluadas, valores de las variables de grano, mazorca y manejo más consistentes con la clasificación obtenida con el análisis de conglomerados y frecuencia de mención por el productor.

Colecta	Nombre	Forma Grano 1	Forma Grano 2	Madures fisiológica	Forma Mazorca
		%	%	%	%
Grupo uno					
1	Arroceño mazorca chica	87 no identificó	87 Alargado	87 Tardío	100 cónica
2	Medio maíz (pellejudo)	50 no identificó	62 No identificó	50 Tardío	87 no identificó
4	Arroceño maíz grande	75 no identificó	75 puntiagudo	62 Tardío	100 cónica
20	no sabe	87 no identificó	87 no identificó	87 no calificó	62 no identificó
Grupo tres					
8	Arroceño azul	62 puntiagudo	75 alargado	75 Intermedio	75 cónica
10	no sabe	62 no identificó	62 no identificó	62 Intermedio	62 no identificó
19	Arroceño azul	50 no identificó	87 puntiagudo	50 Intermedio	50 cónica
23	no sabe	75 no identificó	100 no identificó	75 Intermedio	87 no identificó
Grupo cuatro					
5	Azul flojo (tlacololero)	50 ancho	50 alargado	37 Tardío	75 cónica
7	Color rosa	50 no identificó	75 Ancho	50 Intermedio	87 cilíndrica
9	Cozcochin	87 redondo	62 Boludo	37 Intermedio	100 cilíndrica
12	no sabe	62 no identificó	75 no identificó	87 Precoz	62 no identificó
13	Pozolero	50 redondo	50 Ancho	50 Intermedio	62 cilíndrica
14	No sabe	62 no identificó	62 no identificó	75 Precoz	75 no identificó
16	Conejo blanco	62 redondo	62 no identificó	75 Precoz	62 cilíndrica
17	no sabe	75 no identificó	75 no identificó	87 no calificó	62 no identificó
Grupo cinco					
11	no sabe	50 no identificó	62 Boludo	50 Precoz	62 cilíndrica
15	Cozcochin	62 redondo	75 Boludo	50 Precoz	87 cilíndrica
18	no sabe	62 no identificó	87 no identificó	62 no calificó	62 no identificó
Grupo seis					
3	Veracruzano olote delgado	87 redondo	62 Ancho	62 Intermedio	87 cilíndrica
6	Veracruzano olotudo	87 no identificó	50 Ancho	75 Intermedio	87 cilíndrica
21	Veracruzano	87 redondo	87 Ancho	87 Intermedio	87 cilíndrica
22	Veracruzano olote rojo	87 redondo	75 Ancho	75 Intermedio	87 cilíndrica

Cuadro 4.8. Continuación.

Colecta	Nombre	Grosor Olote		Sistema de cultivo		Se parece	Color	
			%		%			%
Grupo uno								
1	Arroceño mazorca chica	Grueso	100	Tlacolole	62	4	100	Blanco
2	medio maíz (pellejudo)	no identificó	50	Barbecho	62	no identificó	100	Blanco
4	Arroceño maíz grande	Grueso	87	Tlacolole	62	1	100	Blanco
20	no sabe	no identificó	87	no identificó	87	no identificó	100	Azul
Grupo tres								
8	Arroceño azul	Regular	50	Barbecho	62	19 y 23	100	Azul
10	no sabe	no identificó	62	Barbecho	50	no identificó	100	Azul
19	Arroceño azul	no identificó	50	Barbecho	50	8 y 23	100	Azul
23	no sabe	no identificó	75	no identificó	75	8 y 19	100	Azul
Grupo cuatro								
5	Azul flojo (tlacololero)	no identificó	37	Barbecho	50	no identificó	100	Morado
7	Color rosa	Regular	50	barbecho y camile	25	18	100	Rosado
9	Cozcochin	Delgado	50	Barbecho	62	15	100	Amarrillo
12	no sabe	no identificó	62	no identificó	50	no identificó	100	Colorado
13	Pozolero	Grueso	50	Barbecho	62	no identificó	100	Blanco
14	No sabe	no identificó	62	no identificó	50	17	100	Azul
16	Conejo blanco	Regular	37	no identificó	37	no identificó	100	Blanco
17	no sabe	no identificó	75	no identificó	75	14	100	Azul
Grupo cinco								
11	no sabe	no identificó	50	no identificó	50	no identificó	100	Rosado
15	Cozcochin	Delgado	37	barbecho y camile	75	9	100	Amarrillo
18	no sabe	no identificó	62	no identificó	62	7	100	Rosado
Grupo seis								
3	Veracruzano olote delgado	Delgado	87	Barbecho	87	21 y 22	100	Blanco
6	Veracruzano olotudo	grueso	62	Barbecho	87	no identificó	100	Blanco
21	Veracruzano	delgado	87	Barbecho	87	3 y 23	100	Blanco
22	Veracruzano olote rojo	delgado	75	Barbecho	87	21	100	Blanco

V. CONCLUSIONES

En base a los objetivos e hipótesis planteados en el presente estudio, se concluye lo siguiente:

1. En la comunidad de Cualac, Gro., existe una gran diversidad entre las poblaciones locales de maíz, dado que todas las variables evaluadas mostraron diferencias entre las poblaciones.
2. Existen poblaciones nativas de maíz con buen potencial de rendimiento de grano, que igualan a los materiales comerciales recomendados para la región. El 80% de las variedades locales igualaron en rendimiento a la mejor variedad mejorada, el H-507. El genotipo COL-C2 tuvo el mayor rendimiento con 7494 kg ha⁻¹. La diferencia en rendimiento promedio entre la variedad de mayor rendimiento COL-C2 y el mejor testigo mejorado H-507 fué de 1948 kg ha⁻¹.
3. Existe diversidad en la coloración de grano entre las poblaciones colectadas en Cualac. En las poblaciones predominó el grano blanco y el azul. El 44% de las poblaciones fueron de color blanco, 28% azul, 4 % fue morado y tuvieron 8% los colores: colorado, rosado y amarillo. Al relacionar precocidad y color de grano, se encontró que únicamente las poblaciones de color blanco fueron tardías.. Las poblaciones moradas y coloradas fueron precoces, las poblaciones rosadas intermedias y las poblaciones azules y amarillas fueron de ciclo intermedio y precoz.
4. El análisis de componentes principales, definió como características con mayor valor descriptivo de la variabilidad fenotípica entre las poblaciones estudiadas a las variables: NHJABA, NHJAAR, AREAF, LONGRAQ, LONESPAL, DFMEDFEM, HILPMAZ, ANGRN, LONGMAZ, e IG.

5. En el análisis de conglomerados, se encontró que la diversidad de las poblaciones locales de Cualac, formaron seis grupos utilizando las variables más importantes para explicar la diversidad observada. El grupo uno, presentó el mayor número de hojas abajo de la mazorca y fue el más tardío en floración femenina entre las poblaciones locales. En grupo dos, se encuentran las variedades mejoradas que sirvieron de testigos, son plantas vigorosas con mazorcas de olote grueso. En el grupo tres, las plantas son las menos vigorosas, de floración intermedia, las mazorcas fueron las más pequeñas, pero con el más alto número de hileras por mazorca y con olote delgado. El grupo cuatro, las plantas son de ciclo precoz con mazorcas con el menor número de hileras y con granos de mayor anchura. En el grupo cinco, las plantas presentaron la mayor longitud de mazorca, longitud de raquis y ancho de grano del resto de los grupos y los menores valores de hileras por mazorca y longitud de espiga principal. El grupo seis, no tiene características distintivas, sus valores para las variables consideradas están en valores promedio en todas ellas.

6. No existe una clara nomenclatura para identificar a los diferentes tipos de maíces por parte de los agricultores. Sin embargo, existe una denominación general para los maíces utilizando principalmente características de grano y de mazorca. Las variables que coincidieron con el análisis de conglomerados para nombrar a los maíces fueron: nombre con el cual identifica al maíz, forma de grano, madurez fisiológica, forma de la mazorca, grosor de olote y sistema de cultivo en la cual prospera. En el grupo seis, se concentraron todos los maíces clasificados como “veracruzanos”, este tipo de maíz fue identificado por que el grano es redondo y ancho, la mazorca es cónica, el olote es delgado, presenta una madurez fisiológica intermedia y el sistema donde se siembra es el de barbecho. En el grupo uno, el nombre más frecuente para este grupo de maíces fue el de “arroceño”, para las variedades de color blanco los productores lo clasificaron según la forma de mazorca como cónica, de olote grueso y de ciclo tardío. En el grupo tres, el nombre más frecuente fue el de “arroceño”, la forma del grano fue

alargado y puntiagudo, la mazorca fue cónica, el ciclo intermedio y el sistema más frecuente fue el de barbecho. En el grupo tres y cuatro, no hay valores completamente homogéneos, pero se aprecia que los productores identificaron al grano como ancho o boludo, la mazorca cilíndrica y con una madurez fisiológica de tipo precoz.

VI. LITERATURA CITADA

- Alfaro, Y. y V. Segovia. 2000. Maíces del sur de Venezuela clasificados por taxonomía numérica II. Caracteres de la planta y la mazorca. *Agronomía tropical*. 50 (3): 413-443.
- Altieri M., A. (1993). ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? En *Agroecología y Desarrollo*. Clades 1: 25-33.
- Altieri M., A. 1999. *Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable*. Ed.I Nordan-Comunidad. Montevideo.
- Álvarez B., E. A. (2007). Aspectos Ecológicos, biológicos y de agrobiodiversidad de los impactos del maíz transgénico. UNAM. Instituto de ecología. Laboratorio de genética molecular. *Desarrollo y evolución de plantas*. Pp. 1-23.
- Alvarez Jr., M. 1958. Provincias fisiográficas de la república Mexicana. XX congreso geológico internacional. Facultad de ingeniería de la UNAM. Pp. 1-18. Disponible en: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/epoca03/1961-24-2%20Alvarez%20Jr..pdf>
- Anderson, E. 1945. What is *Zea mays*?. *Chronica Botanica*. 9:88-92.
- Anderson, E. 1946. Maize in Mexico: a preliminary survey. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 33:147-247.
- Anderson, E. y H. Cutler. 1942. Races of *Zea mays L*: Their recognition and classification. *Ann. Missouri Bot Gard.* 21:69-88.
- Aragón C, F.; S. Taba; J. M. Hernández C., J.D.D. Figueroa C.; V. Serrano A. 2005. Actualización de la información sobre los maíces criollos de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto número CS002, México, D.F.
- Arias L. M.; L. Latournerie; S. Montiel; E. Sauri, 2007. Cambios recientes en la diversidad de maíces criollos de Yucatán, México. *Universidad y Ciencia* 23 (1): 69-73.
- ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 2004. La biodiversidad es fundamental para la agricultura y la producción de alimentos. *Claridades agropecuarias* No. 134, octubre, 2004. Pp. 58-62.
- ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 2008. Regulación en México de alimentos biotecnológicos. *Claridades Agropecuarias* No. 178, Junio 2008. Pp. 42-51.

- ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 2009. Situación Mundial de la Comercialización de Cultivos Biotecnológicos/Transgénicos en 2008. Claridades Agropecuarias No. 190, Junio 2009. pp. 3-24.
- Bastarrachea J. R. 2003. Diccionario Maya Popular. Academia de la Lengua Maya de Yucatán A.C. ICY-SEP-INAH. Mérida Yuc. México.
- Bellón, M, R; Hodson, D; Bervingson, D; Beck, D, Martínez-Romero, E. and Montoya, Y. 2004. Targetting agricultural research to benefit poor farmers: relating poverty mapping to maize environments in Mexico. ERI meeting, San Diego, California.
- Bellón, M.R.; J. L. Pham, and M.T. Jackson. 1997. Genetic conservation: A role for rice farmers. In: Maxted, N., B.V. Ford-Lloyd, and J.G. Hawkes (eds.) Plant genetic conservation: The *in situ* approach. London: Chapman and Hall.
- Betrán, F. J.; A. J. Bockholt, and L. W. Rooney. 2001. Blue corn. In: Hallauer, A. R. (ed) Speciality corns. CRC Press. Florida, USA. Pp 293-301.
- Bocco, G., A. Velázquez y A. Torres 2000. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. Interciencia 25: 64-71.
- Bonifacio V., E. I.; Y. Salinas M; A. Ramos R.; A. Carrillo O. 2005. Calidad pozolera en colectas de maíz cacahuacintle. Revista Fitotecnia Mexicana 28 (3): 253-260.
- Carabias L., J.; E. Provencio D.; C. Toledo M. 1995. Manejo de recursos naturales y pobreza rural. Fondo de Cultura Económica. Sección de obras de Ciencia y Tecnología. UNAM. México, D. F. 137 p.
- Castillo F.; E. Herrera; J. Romero; R. Ortega; M. Goodman; M. E. Smith. 2000. Diversidad genética del maíz y su aprovechamiento *in situ* a nivel regional. Colegio de postgraduados, Montecillos, Mex. pp. 1-7.
- Centro de Investigaciones Agrarias. 1980. El cultivo de maíz en México. Primera edición. Ed. Talleres de Industria Gráfica Editorial Mexicana. México D.F. 148 p.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 2004. Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico. Informe del secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) 2004, en base al artículo 13 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) en México. Pp 1-51.
- Cervantes S., T. y Mejía A. H. 1984. Maíces nativos del área del Plan Puebla: recolección de plasma germinal y evaluación del grupo tardío. Revista Chapingo. Serie ingeniería agropecuaria. 9 (43-44): 64-71.

- Chávez, E. 1913. El cultivo del maíz. Secretaria de fomento. Dirección general de agricultura. Vol. 74. Estación agrícola central. México.
- Chávez S., J. L., J. Canul, J. V. Cob, L. A. Burgos, F. Márquez, J. Rodríguez, L. M. Arias, D. E. Williams, D. I. Jarvis 2000. Mejoramiento participativo con maíz en un proyecto de conservación *in situ* en Yucatán, México. In: Programa PGRGA-CIAT (ed.) Memorias de un Simposio Internacional de Fitomejoramiento en América latina y el Caribe, Quito, Ecuador. Agosto 31-Septiembre 3, 1999. Programa Global de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional –CIAT. Cali. Colombia.
- CIMMYT. 2005. México y el CIMMYT. México. D.F.
- CIMMYT. 2006. Competitividad para la producción de maíz en los trópicos. Una Presentación elaborada por Luis Alberto Navarro. Disponible en: www.cimmyt.org
- CIMMYT. 2007. Las razas de maíz criollo en riesgo de desaparecer, pero no del todo. Boletín número 9, vol. 4. Septiembre, 2007.
- Clawson, D. L. 1985. Harvest security and intraspecific diversity in traditional tropical agriculture. *Econ. Bot.* 39: 56-67.
- Cleveland, D. A. y S. C. Murray. 1997. The world's crop genetic resources and the rights of indigenous farmers. *Current Anthropology* 38: 477-492.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 71 p.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2008. Información Biológica-agronómica básica sobre los maíces nativos y sus parientes silvestres. Documento de trabajo para el taller "Agrobiodiversidad en México: el caso del maíz". Pp. 1-15. CONABIO. INE. SAGARPA. 64. p
- CONANP. 2009. Lineamientos para el otorgamiento de apoyos del programa de conservación de maíz criollo. Ejercicio fiscal 2009.
- CONAPO. (Consejo Nacional de Población) 2000. Población indígena: indígenas por tamaño de localidad. Pp.1-10.
- CNPAMM. (Confederación Nacional de Productores Agrícolas de Maíz de México) 2007. El maíz: Logros, prospectiva y propuestas. Estrategias para ordenar el mercado del maíz. Presentación realizada en la UNAM, febrero de 2007. Confederación Nacional de Productores Agrícolas de Maíz de México

- CNMI. (Cámara Nacional de Maíz Industrializado).2004. La problemática actual en la cadena maíz-tortilla. Revista Tonalí Centli número uno.
- Damián H., M. A; J. F. López O.; B. Ramírez V; F. Parra Inzunza; J. A. Paredes S; A Gil M.; A. Cruz L. 2008. Hombres y mujeres en la producción de maíz: un estudio comparativo en Tlaxcala. *Región y Sociedad* 20 (42): 63-94.
- Dickerson G. W. 1990. Blue corn. Production and marketing in New Mexico. Coop ext. serv. Guide H-226. 294 p.
- Dyer, G. D. and T. J. Edward. 2007. A crop population perspective on maize seed systems in México. *PNAS*. 105 (2):470-475.
- Escobar M., D. A. 2006. Valoración campesina de la diversidad del maíz. Tesis de doctorado en ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona. Ciencias Ambientales. Barcelona España.
- Espinosa T., E.; Ma. del C. Mendoza C.; F. Castillo G. 2006. Diversidad fenotípica entre poblaciones de maíz con diferentes grados de pigmentación. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29 (2): 19-23.
- FAO-CGIAR (1994).Creando los cimientos de la producción de alimentos: el SGRP y los recursos genéticos de conservación. Disponible en: <http://www.fao.org/WorldFoodSummit/spanish/fsheets/ipgri.pdf>
- FAO. 1996. Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. En *Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. pp. 1-64.
- FAO. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma Italia.
- FAO. 2004. El estado de la agricultura y la alimentación, Roma Italia.
- FAO. 2008. Biodiversidad agrícola. Roma Italia. Pp. 1-46. Disponible en: www.fao.org/biodiversity.
- FIRA. 1998. Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano. *Alternativas de Competitividad*. Boletín Informativo. Disponible en <http://www.ers.usda.gov/Bd/feedgrains/>.
- FIRA. 2008. Análisis del mercado de la tortilla en México. Dirección de análisis económico y sectorial. Junio, 2008. Pp. 3 y 12.

- Florescano, E. 2003. Imágenes y significados del Dios del maíz. *In*: Esteva, G., C. Marrelle (co). Sin Maíz no hay País. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Dirección General de Cultura Populares e Indígenas. México, D. F. pp:36-55.
- Fournier G., P. 1996. El maíz y la tortilla en la historia prehispánica. En: la industria de la masa y la tortilla. Desarrollo y tecnología. Torres, F. *et al.* (editor). UNAM. México.
- Galinat W., C. 1963 Form and function of plant structures in the American Maydeae and their significance for breeding. *Econ. Botany* 17: 51-59.
- Gepts, P. 2006. Plant Genetic Resources Conservation and Utilization: The Accomplishments and Future of a Societal Insurance Policy. *Crop Sci.* 46:2278-2292.
- Gil M., A. 1995. Guía para la toma de datos en los experimentos del programa de mejoramiento genético en los nichos ecológicos. Colegio de Postgraduados, Instituto de Economía, Estadística e informática, Campus, Puebla. Puebla, Pue. pp. 1-11.
- Gil M., A; P. A. López; A. Muñoz O. y H. López S. 2004. Variedades criollas de maíz (*Zea mays*, L.) en el Estado de Puebla, México: diversidad y utilización. En: JL Chávez-Servia, J. Tuxill y DI. Jarvis (Eds). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agro ecosistemas tradicionales. Eds. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia.
- Gómez E., J. A, y G. Baldovinos. 2006. Saberes tradicionales y maíz criollo. *Inventio* 4:5-12.
- Gómez M., N. O; M. Gonzales C.; M. Manjarrez S.; P. Murillo N; R. Cruzaley S. 2007. Manual para producir maíz en el estado de Guerrero. Folleto para productores No. 15. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Iguala, Gro. Mex. 18 p.
- Gómez M., N. O; F. Palemón A.; J. Cañedo C.; J. Salgado de la P; C. Catalán E.; P. Murillo N. 2009. Diversidad genética de maíces nativos y sus parientes silvestres en el estado de Guerrero. En: Resúmenes del III Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y uso de los maíces criollos. Instituto Tecnológico de Roque. 14-16 octubre 2009. Celaya, Guanajuato. SOMEFI, Instituto de Roque P.61.
- González G., M. 2007. Diversidad del maíz: Potencial agronómico y perspectivas para su conservación y desarrollo *in situ*, en el sureste del estado de México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Motecillo, Texcoco, Edo. de México. 137 p.

- Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, C.R. CATIE, 2002. 359p.
- Hair, J. F. Jr; R. E. Anderson; R. L. Tatham y W. C. Black WC. 2001. Análisis Multivariante. 5a ed. Traducido por Preense EW, Cano D. Prentice Hall. Madrid, España, 799 pp.
- Hardon, J. 1995. Participatory plant breeding. Issues in Genetic Resources No. 3: Workshop on Participatory Plant Breeding, Wageningen, Netherlands. IPGRI. 15 p.
- Hellin, J. y M. Bellon. 2007. Manejo de semillas y diversidad de maíz. LEISA revista de agroecología. Septiembre 2007. Pp. 9-11.
- Hernández X., E. 1993. Aspectos de la domesticación de plantas en México: una apreciación personal. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.), Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM, pp. 71 5-73 5.
- Hernández X., E., y G. Alanís F. 1970. Morphological study of five new races of maize from the Sierra Madre Occidental, México. *In: Phylogenetic and Phytgeographic implications Agrociencia* 5. pp: 3-36.
- Hernández C., J. M. y G. Esquivel E 2004. Rendimiento de grano y características agronómicas en germoplasma de maíz de valles altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27(1): 27-31.
- Herrera C., B. E.; A. Macías L.; R. Díaz R.; M. Valadez R.; A. Delgado A. 2002. Uso de semilla criolla y características de la mazorca para la selección de semilla de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25 (1): 17-23.
- Herrera C., B. E.; F. Castillo G.; J. J. Sánchez G.; J. M. Hernández C.; R. A. Ortega P. y M. Major G. 2004. Diversidad del maíz chalqueño. *Agrociencia* 38: 191-206.
- Hortelano S., R. R.; A. Gil M.; A. Santacruz V.; S. Miranda C.; L. Cordova T. 2008. Diversidad Morfológica de Maíces Nativos del Valle de Puebla. *Agricultura Técnica en México* 34 (2): 189-200.
- IBPGR, 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- INEGI. Provincias Fisiográficas de México. 2010. Disponible en: mapserver.inegi.org.mx/geografía/español/estados/definiciones/definic.cfm?c=444&e=15. (Consultado el 24 de junio de 2010)

- Iwanaga, M. 2002. Transgenics. Disponible en: http://www.cimmyt.org/whatiscimmyt/Transgenic/s_lwanaga_051202.htm#Director (Consultado el 8 de Diciembre de 2009).
- Jiménez T., S. 2006. Diagnostico municipal del municipio de Cualac. Documento de planeación interno. Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable de Cualac, Guerrero.
- Johnson, D. E. 1988. Métodos Multivariados Aplicados al análisis de datos. Traducido por Pérez Castellanos H. International Thomsom Editores. México. 566 pp.
- LAMP. (Latin America Maize Program). 1991. México. In: Catálogo del Germoplasma de Maíz, Volume 2. Lima, Peru: CIPIA. Pp. 395-703.
- Lorenzo J., L. 1977. Historia general de México. Los orígenes mexicanos. Colegio de México. Pp 83-123.
- López R., G. 2005. Caracterización de la diversidad del maíz del istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis D. C. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillos, México. 282 p.
- López, P. A. y A. Muñoz O. 1999. Ensayo de maíces de cajete (*Zea mays L.*) bajo condiciones de humedad residual en la mixteca alta Oaxaqueña y Montecillo, Mex. Revista Chapingo. Serie ingeniería agropecuaria. 2(1): 69-73.
- Louette, D. 1996. Seed Exchange among Farmers and Gene Flow among Maize Varieties in Traditional Agricultural Systems.(pp. 60-71). Disponible en: http://www.cimmyt.org/ABC/geneflow/geneflow_pdf_engl/Geneflow_SeedExch.pdf
- Louette, D y Smale M. (1996) Genetic Diversity and Maize Seed Management in a Traditional Mexican Community: Implications for In Situ Conservation of Maize. NRG Paper 96-03. CIMMYT. México. 22 pp.
- Louette D.; A. Charrier; J Berthaud. 1997. *In situ* conservation of maize in Mexico: genetic, diversity and maize seed management in a traditional community. Economic botany 51 (1) pp. 20-38.
- Louette, D. and Smale, M. 1998. Farmer's seed selection practices and maize variety characteristics in a traditionally-based Mexican community. Economics Working Paper 98-04, CIMMYT.
- Luna F., M.; J. R. Gutiérrez S. y J. Martínez G. 1998. Informe Anual del Programa de Investigación en Maíz. SAGAR-INIFAP-CEPAL. pp. 38-45.

- Luna F., M.; J. R. Gutiérrez S; A. Peña R.; F. G. Echavarría Ch.; J. Martínez G. 2005. Comportamiento de variedades precoces de maíz en la región semiárida y árida del centro-norte de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28 (1): 39-45
- MacNeish R. S. 1988. La importancia de los primeros doce sitios del nuevo mundo. In : González J. A. Orígenes del hombre americano (seminario). SEP, México. pp. 57-67.
- Maltros R. H.; J. L. Ibañez G; P. Bustillos E. y R. I. Díaz de la G. 1999. Industrialización del maíz como fuente de pigmentos para la industria alimentaria, farmacéutica y de cosméticos. En: J Espinosa, J del Bosque C (eds.). Memoria, segundo taller nacional de especialidades de maíz. Saltillo, Coahuila, Mex. 9 y 10 de septiembre. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 35-57.
- Mangelsdorf, P. C. 1947. The origin and evolution of maize. *Advances in genetics*. pp. 161-207.
- Mangelsdorf P. C. 1959. Reconstructing the ancestor of corn. *Smithsonian report*. Smithsonian Institution. pp. 495-507.
- Mangelsdorf, P. C. y Reeves, R. G. 1959. The origin of corn. *Bot. Mus. Leafl. Harv. Univ.*, 18: 389-411.
- Mangelsdorf, P. C. y Reeves, R. G. 1959c. The origin of corn. IV. Place and time of origin. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University* 18: 413-427.
- Mangelsdorf, P. C. and R. G. Reeves. 1939. The origin of Indian corn and its relatives. *Texas Agricultural Experiment Station Bulletin No. 574*. College Station, Texas USA. 315 p.
- Massieu T, Y. y J. Lechuga M. 2002. El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Revista Análisis Económico* 17 (36):281-303
- Mauricio S. R. A, J. D. Figueroa C, S Taba, M L Reyes Vega, F Rincón S, A Mendoza G 2004. Caracterización de accesiones de maíz por calidad de grano y tortilla. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27(3): 213-222.
- Miranda C., S. 1966. Discusión sobre el origen y la evolución del maíz. In: memorias del 2° Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad mexicana de fitogenética A.C., celebrado el 7 y 8 de febrero de 1966 en la Escuela de Agricultura y Ganadería del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N. L., Mex.
- Morán F. E. (1993) La ecología humana de los pueblos de la Amazonia. Trad. Mastrangelo S. FCE. México. 325 pp.

- Muñoz O., A. 2005. Centli-maíz. Prehistoria e Historia, Diversidad, Potencial, Origen Genético y Geográfico. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. Segunda edición. 210 pp.
- Muñoz O., A.; G. Peralta V.; J. Abarca S.; J. J. Rodríguez V.; O. Barreto. y J. R. Gómez P. 2009. Interacciones genotipo ambiente en tierra caliente Michoacán. En: Resúmenes del III Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y uso de los maíces criollos. Instituto Tecnológico de Roque. 14-16 octubre 2009. Celaya, Guanajuato. SOMEFI, Instituto de Roque.p. 71
- Nadal, A. y T. A. Wise, 2004. El comercio de maíz entre México y EE.UU. en el marco del NAFTA. Los costos ambientales de la liberación agrícola. Pp. 49-92. Disponible en: <http://ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/wg/NadalyWise.pdf>.
- Navarro G., H, M. A. Pérez O, M. Hernández F., F. Castillo G., D. Flores S. 2009. Sistema de producción con maíces criollos y necesidades sociotécnicas en Costa chica, Guerrero, Méx. En: Resúmenes del III Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y uso de los maíces criollos. Instituto Tecnológico de Roque. 14-16 octubre 2009. Celaya, Guanajuato. SOMEFI, Instituto de Roque. P 67.
- Olvera H., J. I. 1999. Variabilidad en los maíces criollos de una comunidad de la sierra tarasca, Michoacán. Tesis de maestría en ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 116 p.
- Ortega P., R. 2003. La diversidad del maíz en México. *In*: Esteva, G., C. Marrelle (co). Sin Maíz no hay País. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Dirección General de Cultura Populares e Indígenas. México, D. F.. pp:123-154.
- Ortega P., R.; J. J. Sánchez; F. Castillo y J. M. Hernández. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. En: R. Ortega P., G. Palomino, F. Castillo, V. (Eds). Avances en el Estudio de los Recursos Filogenéticos de México. SOMEFI.
- Palemón A., F.; N. O. Gómez M.; C. Catalán H.; J. Salgado de la P. 2009. Parientes silvestres de maíz en el Estado de Guerrero. En: Resúmenes del III Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y uso de los maíces criollos. Instituto Tecnológico de Roque. 14-16 octubre 2009. Celaya, Guanajuato. SOMEFI, Instituto de Roque. P 62.
- Paliwal R., Granados G., Reneé, H. and Violic A. 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. 139 p. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S00.HTM>

- Parsons D. B. 1990. Maíz. Manuales para educación agropecuaria. Producción vegetal 10, segunda edición, editorial SEP/Trillas.
- Pengue, W. A. 2005. Agricultura Industrial y Transnacionalización en América Latina: ¿la transgénesis de un continente?. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Pp. 1-221. Disponible en: <http://www.gepama.com.ar>
- Perales R. H, S. B. Brush, C. O. Qualset 2003. Dynamic Management of maize landraces in Central Mexico. *Economic botany*. 57 (1) pp. 21-34.
- Piperno D. y Flannery K. 2001. The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: New accelerator mass spectrometry dates and their implications. *PNAS* 98 (4): 2101–2103.
- Polanco J., A. y Flores R. T. 2008. Bases para una Política de I & D e Innovación de la Cadena de Valor del Maíz. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Disponible en: www.foroconsultivo.org.mx.
- Quist, D. y I. H. Chapela, 2001, Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, México. *Nature* 414: 541-543.
- Reyes C. P. 1990. El Maíz y su Cultivo. D. F. AGT. Editor, S.A.
- Robles S., R. 1985. Producción de granos y forrajes. Uteha-Noriega Eds. P. 626.
- R Development Core Team. 2006. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Versión 15.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. CONABIO. pp 1-13. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/VegetaciondeMexico/Capitulo2.pdf>. (Consultado el 20 de marzo de 2010).
- Saad, I. 2004. Maíz y el libre comercio en México. *Revista Claridades Agropecuarias*, ASERCA No. 127.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2007a. Documento de Planeación. Distrito de Desarrollo Rural No. 5. Centro de Atención para el Desarrollo Rural No. 02.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2007b. Maíz: situación actual y perspectivas 1996-2010. Sistema de información y estadística agroalimentaria y pesquera. México, DF. Disp. en

http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=381.

San Vicente Tello, A. (2005) Comentarios a la Ley Federal de Acceso y Aprovechamiento de los Recursos Genéticos. Disponible en: http://prdleg.diputados.gob.mx/debate_parlamentario/julio/des_sust.htm

SAS Institute. 2004. SAS/STAT 9.0. User's guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. pp: 1731-1900.

Schaper, M. y Parada S. 2001. Organismos Genéticamente Modificados: Su impacto socioeconómico en la agricultura de los países de la Comunidad Andina, Mercosur y Chile. Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 43. CEPAL. Santiago de Chile. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/4/9694/lcl1638e.pdf>

SDR (Secretaría de Desarrollo Rural) 2005. Plan rector sistema producto maíz de Chiapas 2005. Fomento Económico y Gobierno de Chiapas. Disponible en: www.chiapasvision2020.org.mx.

SEGOB (Secretaría de Gobernación).1988. Los municipios de Guerrero. En: Enciclopedia de los Municipios de México. Gobierno del Estado de Guerrero. Centro Nacional de Estudios Municipales. Talleres Gráficos de la Nación, México, D. F.

Serratos H. J. A, 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Greenpeace. Pp 1-36. Disponible en: www.greenpeace.org.mx

SIAP (Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y pesquera) 2008. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. SAGARPA. México, DF, marzo. Pp. 1-208. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=381

Taboada G., O. R. 1996. Diversidad de los maíces criollos en el Valle de Serdán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 111 p.

Taboada G., O. R. 2000. Patrón varietal de los maíces del Valle de Serdán, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Especialidad en genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 103 p.

Toledo V. M. 1991. El juego de la supervivencia. En Agroecología: Ciencia y Aplicación. CLADES. Berkeley, CA, EEUU. pp. 3-44.

- Toledo V., M. 2003. Hacia un modelo de conservación bio-regional en las regiones tropicales de México: biodiversidad, sustentabilidad y pueblos indígenas. Texto de la conferencia ofrecida en la reunión Hacia una Evaluación de las Áreas Naturales Protegidas del Trópico, Xalapa, Veracruz, México. Universidad Veracruzana. Diciembre 5, 2003. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, campus Morelia. Pp 1-17.
- Torreblanca G., C., Z. Quinto informe de gobierno, abril 2010. Gobierno del Estado de Guerrero, periodo 2005-1012.
- Turrent, A. 2004. Contexto y antecedentes del maíz silvestre y cultivado en México. En: Maize and biodiversity: The effects of transgenic maize in Mexico. Commission for Environmental Cooperation of North America (CECNA). Report of the Secretariat according to Article 13 of the NAAEC. 31 August 2004.
- U de G (Universidad de Guadalajara). 2001. Instituto de Manejo y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos, IMAREFI. Las Agujas, Zapopan , Jalisco.
- Vázquez C. M. G., L. Guzmán B., J. L. A. García, F. Márquez S, J. Castillo M. 2003. Calidad de grano y tortillas de maíces criollos y sus retrocruzas. Revista Fitotecnia Mexicana 26 (4): 231-238.
- Vega V. ,D. y P. Ramírez M. 2004. Situación y perspectivas del maíz en México. Universidad Autónoma Chapingo, Marzo, 2004. Disponible en http://www.economia.gob.mx/pics/p/p1763/Maiz_270304.pdf.
- Weatherwax, P. 1950. The history of corn. Scientific Monthly 71: 50-60.
- Weatherwax, P. 1954. Indian corn in old America. New York, NY, USA, MacMillian Publishing.
- Weatherwax, P. 1955. History and origin of corn. I. Early history of corn and theories as to its origin. In G.F. Sprague, ed. Corn and corn improvement, 1st ed., p. 1-16. New York, NY, USA, Academic Press.
- Wellhausen E., J., Roberts L., M, E., Hernández X., P. C. Mangelsdorf.1951. Razas de maíz en México. Folleto Técnico N°5. Oficina de Estudios Especiales. S.A.G., México. 239 pp.
- Wilkes, H. G. 1979. Mexico and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. *Crop Improv.*, 6(1): 1-18.

VII. ANEXOS

Anexo I. Prueba de medias

Cuadro 1A. Valores promedio de las variables morfológicas evaluadas en 25 poblaciones de maíz de la comunidad de Cualac, Guerrero. 2007

GEN	RENHA	APL	AMZ	IAMZ_APL	DTALLO	LHOJA	AHOJA							
COLC2	7494.2	a	3.71	ba	2.13	ba	0.57	bac	19.85	bac	102.5	bdac	8.40	ebdac
COLC19	7315.4	a	3.49	ebdagcf	1.85	ebdfcg	0.53	ebdhgcf	17.15	d	92.0	edcf	7.90	ebdc
COLC4	7256.3	a	3.60	bdac	2.06	bac	0.58	bac	20.50	a	99.7	ebdacf	8.95	ba
COLC13	7155.3	a	3.22	ehgf	1.54	hig	0.48	ihg	17.80	bdc	101.9	ebdac	8.28	ebdac
COLC15	7145.6	a	3.61	bdac	1.97	ebdac	0.55	ebdagcf	19.80	bac	104.0	bac	8.95	ba
COLC3	6992.8	a	3.28	edhgf	1.62	hfig	0.49	eidhgf	17.85	bdc	94.8	ebdcf	9.23	a
COLC1	6900.0	ba	3.80	a	2.25	A	0.59	ba	20.50	a	96.3	ebdacf	8.98	ba
COLC20	6672.3	bac	3.37	ebdhgcf	1.90	ebdfc	0.57	bac	18.40	bdac	97.7	ebdacf	8.48	ebdac
COLC11	6600.6	bac	3.34	edhgc f	1.79	edfcg	0.54	ebdagcf	19.40	bdac	107.5	A	8.30	ebdac
COLC17	6455.3	bac	3.30	edhgc f	1.61	hfig	0.49	eihgf	17.35	dc	95.6	ebdacf	7.68	edc
COLC5	6407.1	bac	3.40	ebdhgcf	1.83	ebdfcg	0.54	ebdagcf	19.10	bdac	101.2	ebdac	8.53	ebdac
COLC8	6399.4	bac	3.44	ebdhgcf	1.92	ebdfc	0.56	ebdac	17.35	dc	90.1	Ef	7.75	edc
COLC7	6331.0	bac	3.28	edhgf	1.70	ehdfg	0.52	edhgc f	18.95	bdac	104.2	Ba	8.35	ebdac
COLC18	6281.9	bac	3.65	bac	2.01	bdac	0.55	ebdacf	19.20	bdac	100.2	ebdacf	8.78	bac
COLC9	6131.8	bac	3.37	ebdhgcf	1.62	hfig	0.48	ihg	18.05	bdac	94.1	ebdcf	7.95	ebdc
COLC6	6007.9	bdac	3.54	ebdac	1.86	ebdfc	0.53	ebdhgcf	18.25	bdac	102.6	bdac	8.60	bdac
COLC21	5806.1	bdac	3.19	ehg f	1.66	ehfig	0.52	ebdhgcf	17.15	d	98.9	ebdacf	9.05	ba
COLC16	5567.9	bdac	3.17	hgf	1.47	hi	0.46	ih	17.40	dc	96.9	ebdacf	8.00	ebdc
H507	5546.5	bdac	3.53	ebdacf	2.13	ba	0.61	a	20.25	ba	104.3	ba	9.38	a
COLC22	5499.0	bdac	3.39	ebdhgcf	1.77	ehdfcg	0.52	ebdhgcf	17.65	bdc	102.1	ebdac	8.43	ebdac
COLC14	5461.7	bdac	3.31	edhgc f	1.67	ehfg	0.51	eidhgc f	18.30	bdac	99.0	ebdacf	7.73	edc
COLC10	4934.4	bdc	3.19	ehgf	1.79	edfcg	0.56	bdac	17.90	bdac	88.7	f	7.53	ed

Continuación Cuadro 1A.

GEN	RENHA	APL	AMZ	IAMZ_APL	DTALLO	LHOJA	AHOJA	
VS535	4831.7	Dc	3.11 h	1.36 l	0.44 i	17.75 bdc	106.0 ba	8.55 ebdac
COLC23	4049.1	D	3.17 hg	1.67 ehfg	0.53 ebdhgcf	17.80 bdc	90.8 edf	7.38 e
COLC12	3981.2	D	3.19 ehgf	1.54 hig	0.48 ihgf	17.40 dc	95.4 ebdcf	8.25 ebdac
DMS	46.5	0.36	0.31	0.07	2.62	12.0	1.19	

Valores con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales. Tukey $\alpha = 0.05$

DMS= Diferencia mínima significativa.

GEN= Genotipos, RENHA= Rendimiento de grano, APL= Altura de planta, AMZ= Altura de mazorca, IAMZ_APL = Índice de altura de planta/altura de mazorca, DTALLO= Diámetro de tallo, LHOJA=Longitud de hoja, AHOJA= Ancho de hoja.

Continuación Cuadro 1A.

GEN	AREAF		NHJABA		NHJAAR		THOJAS		DAMFS		CALAC		CALVER	
COLC2	643.73	ebdacf	11.2	bac	5.6	bedc	16.75	bac	116.50	ba	3.25	a	2.63	bac
COLC19	544.20	hgf	10.0	gefdh	5.2	fbedhcg	15.10	gfed	105.50	fdec	2.25	a	3.63	bac
COLC4	669.18	bdac	11.2	bac	5.2	fbedhcg	16.35	bdc	112.50	bdac	2.00	a	1.75	c
COLC13	632.33	ebdagcf	9.0	gh	5.3	fbedcg	14.30	g	106.50	fdec	1.75	a	3.13	bac
COLC15	696.60	ba	9.9	gefdh	5.4	fbedc	15.30	gfedc	112.25	bdac	1.63	a	2.38	bc
COLC3	654.78	ebdac	10.0	gefdh	5.4	fbedc	15.35	gfedc	105.50	fdec	1.13	a	2.63	bac
COLC1	647.15	ebdacf	12.1	ba	5.7	bdc	17.65	ba	113.00	bac	2.63	a	1.63	c
COLC20	621.30	ebdagcf	11.0	bdc	4.9	fehcg	15.85	fedc	109.75	bdec	1.50	a	2.38	bc
COLC11	668.98	bdac	9.6	gef	5.2	fbedhcg	14.75	gfe	105.50	fdec	2.13	a	3.00	bac
COLC17	549.83	ehgf	9.6	gef	5.1	fedhcg	14.65	gf	104.75	gfdec	1.25	a	3.38	bac
COLC5	647.73	ebdacf	10.1	gef	4.9	fehcg	14.95	gfed	104.00	gfde	1.50	a	2.88	bac
COLC8	523.68	hg	10.5	efdc	4.9	fehcg	15.35	gfedc	103.00	gfe	2.75	a	4.00	ba
COLC7	652.50	ebdacf	9.9	gefdh	5.3	fbedcg	15.15	gfed	104.50	gfdec	1.13	a	3.38	bac
COLC18	661.58	bdac	10.0	gefdh	5.1	fedhcg	15.10	gfed	110.00	bdec	2.00	a	2.88	bac
COLC9	561.28	edhgf	9.5	gef	5.7	bc	15.15	gfed	96.50	g	1.88	a	4.50	ba
COLC6	662.65	bdac	10.6	edc	5.8	bac	16.35	bdc	104.00	gfde	2.38	a	3.75	bac
COLC21	670.45	bdac	10.1	gef	5.7	bc	15.80	fedc	103.00	gfe	1.38	a	3.63	bac
COLC16	581.75	edhgf	8.9	h	5.0	fedhg	13.90	g	100.00	gf	1.25	a	4.13	ba
H507	729.60	A	12.3	a	5.9	ba	18.00	a	120.50	a	2.25	a	3.38	bac
COLC22	644.55	ebdacf	9.9	gefdh	5.5	bedc	15.35	gfedc	103.00	gfe	2.38	a	3.63	bac
COLC14	573.38	edhgf	9.4	gf	4.8	fng	14.15	g	98.50	gf	1.75	a	4.38	ba
COLC10	500.65	H	10.1	gef	4.5	h	14.60	gf	102.25	gfe	3.13	a	3.75	bac

Continuación Cuadro 1A.

GEN	AREAF		NHJABA		NHJAAR		THOJAS		DAMFS		CALAC		CALVER	
VS535	680.60	bac	9.7	gefh	6.5	a	16.20	bedc	105.00	gfdec	1.50	a	3.50	bac
COLC23	499.83	H	9.6	gefh	4.7	hg	14.25	g	102.50	gfe	2.13	a	3.75	bac
COLC12	590.10	ebdhgcf	9.1	gh	4.9	fehg	13.90	g	98.50	gf	3.25	a	4.63	a
DMS	109.46		1.2		0.7		1.45		8.93		2.28		2.16	

Valores con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales. Tukey ∞ =0.05

DMS= Diferencia mínima significativa.

GEN= Genotipos, AREAF= Área foliar, NHJABA= Número de hojas abajo de la mazorca, NHJAAR= Número de hojas arriba de la mazorca, THOJAS= Total de hojas por planta, DAMFS=Días a maduras fisiológica, CALAC=Calificación de acame, CALVER=Calificación del estado en planta verde

Continuación Cuadro 1A.

GEN	PCUA		PHIJ		PJOR		MZCPUP		CPUR		CVER		DFMEDFEM	
COLC2	1.00	B	3.25	bdac	2.00	ba	2.25	bc	7.75	bdac	35.25	ba	69.00	d
COLC19	0.50	B	3.25	bdac	0.50	b	1.00	c	15.00	bdac	28.50	Bac	65.50	egdf
COLC4	1.25	B	8.25	ba	1.00	b	2.50	bc	9.50	bdac	32.50	ba	73.00	cb
COLC13	0.50	B	0.00	d	1.00	b	2.50	bc	19.50	ba	26.50	bac	64.00	gf
COLC15	1.00	B	7.50	bac	1.50	ba	6.75	bac	14.50	bdac	29.25	bac	68.75	ed
COLC3	4.00	Ba	1.00	dc	1.00	b	3.50	bc	8.25	bdac	24.75	bac	65.50	egdf
COLC1	2.25	B	9.50	a	0.75	b	1.25	c	11.25	bdac	30.75	bac	74.00	b
COLC20	7.25	A	2.25	bdc	0.75	b	5.25	bac	9.50	bdac	32.00	ba	69.25	cd
COLC11	0.25	B	3.75	bdac	1.00	b	3.75	bac	11.50	bdac	29.75	bac	66.00	egdf
COLC17	1.75	B	3.75	bdac	0.50	b	10.00	a	18.25	bac	23.75	bac	64.00	gf
COLC5	2.00	B	4.75	bdac	1.50	ba	4.75	bac	16.00	bdac	25.50	bac	66.00	eg df
COLC8	1.00	B	4.00	bdac	2.00	ba	1.75	c	15.25	bdac	32.50	ba	65.00	egf
COLC7	1.25	B	2.25	bdc	1.50	ba	6.25	bac	1.75	dc	41.25	a	66.50	egdf
COLC18	1.00	B	4.25	bdac	2.25	ba	5.00	bac	17.00	bdac	22.50	bac	68.00	ed
COLC9	0.50	B	1.75	bdc	0.50	b	8.25	ba	5.75	bdc	38.25	ba	63.50	gh
COLC6	0.25	b	0.25	d	0.50	b	0.50	c	17.75	bac	25.25	bac	68.50	ed
COLC21	0.50	b	0.00	d	0.50	b	1.50	c	0.00	d	22.25	bac	66.50	egdf
COLC16	0.75	b	0.00	d	0.50	b	4.25	bac	19.75	ba	23.50	bac	60.00	h
H507	3.50	ba	0.00	d	0.25	b	0.50	c	24.00	a	20.00	bc	78.00	a
COLC22	0.75	b	0.00	d	0.00	b	2.00	bc	7.25	bdac	11.75	c	66.50	egdf
COLC14	0.50	b	3.50	bdac	1.50	ba	5.00	bac	8.00	bdac	32.00	ba	63.25	gh
COLC10	0.75	b	6.75	bdac	1.25	ba	1.00	c	10.25	bdac	29.75	bac	65.00	egf

Continuación Cuadro 1A.

GEN	PCUA		PHIJ		PJOR		MZCPUP		CPUR		CVER		DFMEDFEM	
VS535	0.25	b	0.00	d	0.50	b	1.75	c	8.75	bdac	34.00	ba	69.00	d
COLC23	0.00	b	4.50	bdac	4.00	a	1.00	c	8.75	bdac	30.50	bac	67.50	edf
COLC12	0.25	b	1.75	bdc	0.75	b	4.00	bac	4.50	bdc	37.00	ba	63.50	gh
DMS	4.11		6.84		2.92		6.38		17.37		19.82		3.97	

Valores con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales. Tukey $\alpha=0.05$

DMS= Diferencia mínima significativa.

GEN= Genotipos, PCUA= Número de plantas cuateras, PHIJ=Número de plantas con hijuelos, PJOR= Plantas jorras, CPUR=Calificación de Color Purpura, CVER=Calificación color verde, DFMEDFEM=Días a floración media femenina.

Continuación Cuadro 1A.

GEN	ASIF		LOGRAQ		LOGESPTL		ESP PRIM		ESP SEC		LON PEDUN		LON ESPAL	
COLC2	1.50	Ba	13.73	edc	39.88	ba	19.30	ba	2.25	d	22.10	bc	26.05	ba
COLC19	0.50	Ba	12.15	e	40.25	ba	16.30	bc	3.30	bdc	25.70	ba	28.30	ba
COLC4	4.25	A	13.30	edc	40.05	ba	19.45	ba	3.85	bdc	22.18	bc	26.88	ba
COLC13	2.25	Ba	15.85	ebdac	43.25	ba	15.40	bc	3.80	bdc	24.70	bac	28.60	ba
COLC15	2.75	Ba	16.73	bdac	43.95	ba	16.45	bc	4.45	bdac	23.20	bac	27.53	ba
COLC3	0.50	Ba	14.83	ebdc	40.85	ba	15.15	bc	5.20	bdac	24.75	bac	26.33	ba
COLC1	3.50	Ba	14.65	ebdc	40.35	ba	22.75	a	3.90	bdac	23.38	bac	25.83	ba
COLC20	0.75	Ba	14.43	edc	41.45	ba	17.20	bac	3.95	bdac	22.53	bac	26.93	ba
COLC11	1.00	Ba	18.43	ba	43.50	ba	18.20	bac	6.70	bac	25.85	ba	24.68	b
COLC17	1.00	Ba	15.40	ebdac	40.78	ba	13.30	c	5.30	bdac	28.78	a	25.65	ba
COLC5	2.50	Ba	13.40	edc	42.10	ba	14.70	bc	3.30	bdc	23.78	bac	28.73	ba
COLC8	2.50	Ba	13.55	edc	38.75	b	18.65	ba c	4.30	bdac	24.08	bac	25.50	ba
COLC7	1.50	Ba	14.73	ebdc	41.48	ba	16.15	bc	3.25	bdc	23.93	bac	26.93	ba
COLC18	2.00	Ba	18.73	a	42.60	ba	17.75	bac	7.75	a	25.70	ba	24.13	b
COLC9	0.00	B	17.00	bac	40.78	ba	18.00	bac	6.95	ba	25.60	ba	24.55	b
COLC6	1.00	Ba	15.50	ebdac	43.68	ba	16.00	bc	4.80	bdac	22.15	bc	27.35	ba
COLC21	1.00	Ba	14.18	edc	42.53	ba	15.55	bc	5.15	bdac	20.95	bc	28.40	ba
COLC16	0.00	B	13.58	edc	40.28	ba	15.25	bc	3.45	bdc	25.23	ba	26.58	ba
H507	0.00	B	13.78	edc	41.73	ba	17.40	bac	4.00	bdac	18.75	c	28.10	ba
COLC22	1.00	Ba	15.50	ebdac	44.95	a	16.00	bc	4.30	bdac	22.85	bac	29.88	a
COLC14	1.25	Ba	13.63	edc	43.25	ba	14.35	bc	3.05	dc	24.75	bac	29.95	a
COLC10	0.50	Ba	12.90	ed	39.98	ba	16.35	bc	3.75	bdc	24.58	bac	26.50	ba

Continuación Cuadro 1A.

GEN	ASIF		LOGRAQ		LOGESPTL		ESPPRIM		ESPSEC		LONPEDUN		LONESPAL	
VS535	1.00	Ba	14.35	edc	44.40	a	15.90	bc	3.95	bdac	21.93	bc	29.90	a
COLC23	1.50	Ba	12.30	e	40.25	ba	17.75	bac	3.20	bdc	24.40	bac	27.93	ba
COLC12	1.50	Ba	14.40	edc	41.40	ba	15.15	bc	3.05	dc	25.78	ba	26.73	ba
DMS	3.86		3.84		5.58		5.71		3.86		6.41		4.78	

Valores con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales. Tukey $\alpha=0.05$

DMS= Diferencia mínima significativa.

GEN= Genotipos, ASIF = Asincronía floral, LONRAG=Longitud de raquis, LOGESPTL= Longitud de espiga total, ESPPRIM= Número de espigas primarias, ESPSEC= Número de espigas secundarias, LONPEDUN= Longitud de pedúnculo, LONESPAL= Longitud de la espiga principal.

Continuación Cuadro 1A.

GEN	NMZPP		PMZPPAR		PT5MAZ		PGR5MAZ		POLOT5MZ		DIAMAZ		LONGMAZ	
COLC2	0.95	ba	6.60	a	940.50	Bdac	860.75	ba	104.75	ba	54.60	ba	13.93	edfhcg
COLC19	1.03	ba	6.13	ba	735.25	Ebdc	700.75	ebdac	84.50	b	50.55	bdec	13.25	edfhg
COLC4	0.98	ba	6.70	a	1064.75	A	925.00	a	117.25	ba	57.05	a	13.30	edfhg
COLC13	0.93	ba	6.73	a	918.00	Ebdac	782.00	bdac	134.75	ba	49.00	fdec	14.80	ebdc
COLC15	0.98	ba	6.65	a	976.25	Ba	841.75	bac	134.50	ba	45.10	feg	17.48	a
COLC3	1.08	a	6.15	ba	864.50	Ebdac	787.50	bdac	77.00	b	45.10	feg	15.50	bdac
COLC1	1.00	ba	6.45	a	948.25	Bac	811.50	bdac	135.25	ba	54.10	bac	14.53	ebdfcg
COLC20	1.08	a	6.20	a	751.75	Ebdc	647.50	ebdc	104.25	ba	48.55	fde	12.90	efhg
COLC11	0.95	ba	6.13	ba	833.75	Ebdac	719.75	ebdac	115.50	ba	44.50	fg	16.45	ba
COLC17	1.03	ba	6.08	ba	767.00	Ebdc	653.75	ebdc	113.25	ba	44.55	fg	15.30	ebdac
COLC5	0.95	ba	5.90	ba	867.25	Ebdac	757.25	bdac	110.25	ba	52.05	bdac	13.58	edfhcg
COLC8	1.05	ba	5.78	ba	755.75	Ebdc	673.50	ebdac	82.25	b	48.50	fde	12.80	efhg
COLC7	0.98	ba	5.80	ba	789.50	Ebdac	688.25	ebdac	101.25	ba	48.90	fdec	14.13	ebdfhcg
COLC18	1.00	ba	5.80	ba	851.00	Ebdac	740.75	ebdac	110.25	ba	44.40	fg	15.83	bac
COLC9	1.05	ba	5.78	ba	723.25	Ebdc	616.25	ebdc	107.00	ba	43.75	fg	14.73	ebdfc
COLC6	0.95	ba	5.83	ba	768.75	Ebdc	635.50	ebdc	133.25	ba	47.20	fdeg	13.78	edfhcg
COLC21	1.00	ba	5.43	bac	709.50	Ebdc	609.25	ebdc	100.25	ba	43.80	fg	14.45	ebdfhcg
COLC16	1.00	ba	5.18	bdac	710.00	Ebdc	611.00	ebdc	99.00	ba	42.60	g	14.70	ebdfc
H507	1.08	a	5.28	bdac	719.75	Ebdc	609.75	ebdc	110.00	ba	46.95	fdeg	13.40	edfhcg
COLC22	1.05	ba	5.10	bdac	686.75	Edc	596.00	edc	90.75	b	42.80	g	14.28	ebdfhcg
COLC14	0.98	ba	5.05	bdac	782.75	Ebdc	678.75	ebdac	104.00	ba	48.55	fde	14.15	ebdfhcg
COLC10	0.88	ba	4.40	bdc	813.75	Ebdac	733.25	ebdac	80.50	b	54.30	bac	11.95	h

Continuación Cuadro 1A.

GEN	NMZPP		PMZPPAR		PT5MAZ		PGR5MAZ		POLOT5MZ		DIAMAZ		LONGMAZ	
COLC23	0.83	b	3.63	d	752.75	Ebdc	678.25	ebdac	74.50	b	51.10	bdc	12.05	hg
COLC12	0.88	ba	3.83	dc	666.00	Ed	556.75	ed	109.25	ba	47.05	fdeg	13.33	edfhcg
DMS	0.23		1.78		279.88		257.19		64.81		0.54		2.51	

Valores con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales. Tukey $\alpha = 0.05$

DMS= Diferencia mínima significativa.

GEN= Genotipos, NMZPPAR= Número de mazorcas por parcela, PMZPPAR= Peso total de mazorcas por parcela, PT5MAZ= Peso total de cinco mazorcas, PGR5MZ= Peso de grano de cinco mazorcas, POLOT5MZ= Peso de olote de cinco mazorcas, DIAMAZ= Diámetro de mazorcas, LONGMAZ= Longitud de mazorcas.

Continuación Cuadro 1A.

GEN	HILPMAZ		GRNPIL		P100S	ANGRN		LOGRN	GRSGRN		DIOLOT			
COLC2	12.80	fe	34.75	bdc	39.75	ebdagcf	9.10	fehgf	14.10	ba	3.80	ebdac	24.70	fbedc
COLC19	15.15	de	35.30	bdc	28.75	kihjg	7.35	ji	12.90	ebdac	3.30	ed	22.10	fge
COLC4	19.95	ba	34.05	bdc	28.75	kihjg	7.05	ji	13.20	bdac	3.80	ebdac	26.85	bac
COLC13	9.45	jigh	35.50	bdac	45.25	bac	12.40	a	12.35	ebdac	4.10	ebdac	26.05	bedc
COLC15	10.50	jfigh	39.70	ba	42.25	ebdac	10.85	bdc	11.50	ebdfc	4.35	ba	23.85	fbedc
COLC3	10.20	jigh	41.90	a	36.25	ebidhgcf	9.70	fedc	13.10	bdac	3.30	ed	19.20	g
COLC1	17.95	bc	39.70	ba	28.50	k ihj	7.00	ji	13.65	bac	3.60	ebdc	26.70	bdc
COLC20	11.60	fg	34.50	bdc	34.50	eidhjgcf	9.60	fed	13.15	bdac	3.75	ebdac	23.55	fedc
COLC11	10.10	jigh	35.80	bdac	42.25	ebdac	10.30	bedc	10.95	edfc	4.55	a	23.75	fedc
COLC17	8.70	j	33.60	bdec	45.50	bac	11.40	ba	11.50	ebdfc	4.40	ba	22.40	fge
COLC5	10.75	jfigh	33.60	bdec	43.25	bdac	10.45	bedc	14.10	ba	4.00	ebdac	25.20	fbedc
COLC8	14.00	de	35.80	bdac	28.25	kij	8.00	ihg	12.65	ebdac	3.90	ebdac	23.45	fedc
COLC7	8.90	ji	33.50	bdec	48.25	A	11.20	bac	13.10	bdac	4.20	bdac	23.65	fedc
COLC18	8.80	ji	36.15	bdac	46.75	ba	11.40	ba	12.10	ebdac	4.00	ebdac	22.60	fge
COLC9	10.75	jfigh	35.70	bdac	34.00	ekidhjgf	9.60	fed	10.60	edf	3.95	ebdac	24.15	fbedc
COLC6	11.10	figh	36.65	bdac	33.25	ekidhjgf	9.75	fedc	11.20	edfc	3.65	ebdac	25.60	bedc
COLC21	10.90	jfigh	38.90	bac	30.50	kihjgf	9.40	fedg	11.80	ebdfc	3.25	e	22.10	fge
COLC16	9.20	jih	34.60	bdc	40.00	ebdacf	10.75	bdc	11.00	edfc	4.25	bac	23.15	fgedc
H507	16.15	dc	35.60	bdac	23.00	K	7.85	jih	10.30	ef	3.55	ebdc	27.85	ba
COLC22	10.55	jfigh	39.55	bac	31.50	ekihjgf	9.65	fed	11.55	ebdfc	3.35	edc	21.20	fg
COLC14	11.40	fgh	34.50	bdc	39.50	ebdhagcf	10.15	bedc	12.60	ebdac	3.75	ebdac	22.70	fged
COLC10	20.50	a	27.40	e	30.75	kihjgf	6.40	j	14.65	a	4.05	ebdac	24.75	fbedc

Continuación Cuadro 1A.

GEN	HILPMAZ		GRNPIL		P100S		ANGRN		LOGRN		GRSGRN		DIOLOT	
VS535	15.40	d	30.65	de	24.75	Kj	8.50	fihg	9.30	f	4.05	ebdac	30.80	a
COLC23	16.15	dc	33.05	dec	28.25	kij	7.05	ji	13.25	bdac	3.60	ebdc	22.95	fgedc
COLC12	9.20	jih	32.20	de	37.75	ebidhagcf	10.85	bdc	12.20	ebdac	3.60	ebdc	24.00	fbedc
DMS	0.37		0.54		11.09		1.50		0.76		0.93		0.06	

Valores con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales. Tukey ∞ =0.05

DMS= Diferencia mínima significativa.

GEN= Genotipos, HILPMAZ= Hileras por mazorca, GRNPIL= Número de granos por hilera, P100S= Peso de 100 semillas, ANGRN= Ancho de grano, LOGRN= Longitud de grano, GRSGRN= Grosor de grano, DIOLOT= Diámetro de olote

Continuación Cuadro 1A.

GEN	LAOLOT	IG
COLC2	15.80 bdc	0.913 ba
COLC19	14.85 fdec	0.960 a
COLC4	15.40 bdec	0.869 ba
COLC13	16.55 bac	0.852 b c
COLC15	18.75 a	0.863 bac
COLC3	16.43 bdac	0.910 ba
COLC1	15.70 bdec	0.856 bac
COLC20	14.13 fde	0.862 bac
COLC11	17.73 ba	0.864 bac
COLC17	16.58 bac	0.854 bc
COLC5	15.40 bdec	0.873 ba
COLC8	13.35 fe	0.891 ba
COLC7	15.33 fbdec	0.872 ba
COLC18	17.10 bac	0.869 ba
COLC9	16.90 bac	0.852 bc
COLC6	15.40 bdec	0.823 bc
COLC21	16.18 bdc	0.857 bac
COLC16	16.20 bdc	0.860 bac
H507	15.48 bdec	0.846 bc
COLC22	15.68 bdec	0.867 ba
COLC14	15.98 bdc	0.869 ba
COLC10	12.93 f	0.900 ba

Continuación Cuadro 1A.

GEN	LAOLOT		FACDES	
VS535	15.00	fde c	0.760	c
COLC23	12.98	f	0.901	ba
COLC12	15.40	Bdec	0.836	bc
DMS	0.42		0.106	

Valores con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales. Tukey $\alpha = 0.05$

DMS= Diferencia mínima significativa.

GEN= Genotipos, LAOLOT= Largo de olote, FACDES= Factor de desgrane.

Anexo II. CUESTIONARIO

COLEGIO DE POSTGRADUADOS CAMPUS PUEBLA

Cuestionario para conocer la denominación de los maíces criollos en la comunidad de Cualac, Gro.

I. IDENTIFICACION DEL CALIFICADOR

NOMBRE: _____

ESCOLARIDAD: _____

COMUNIDAD: _____

MUNICIPIO: _____

FECHA DE ENTREVISTA: _____

EDAD DEL ENTREVISTADO _____

CUANTOS AÑOS TIENE SEMBRANDO MAIZ _____

CUANTAS VARIETADES DE MAIZ CRIOLLO CONOCE _____

CUALES SON SUS NOMBRES _____

CUANTAS VARIETADES DE MAIZ SIEMBRA USTED? _____

PORQUE _____

CALIFICACION Y DENOMINACION DE LOS MAICES COLECTADOS EN CUALAC

NUMERO DE COLECTA . _____

II.- ¿TIENE UN NOMBRE ESPECIAL, COMO SE LLAMA? _____

SI ESTA EN LENGUA LOCAL, QUE SIGNIFICA EN ESPAÑOL _____

III.- ¿PORQUE LE LLAMA ASI?

1).- POR SU PRECOCIDAD POR LA RAPIDEZ QUE SE PUEDE COSECHAR 1. SI () 2. NO ()

1) Violento, rápido, PRECOZ () 2) Regular, normal INTERMEDIO () 3) Flojo, TARDIO ()

2).- POR EL TIPO DE GRANO 1. SI () 2. NO (), SI ES NO PASE A LA SIGUIENTE PREGUNTA

¿ En qué característica del grano se fija para identificarla?

- 1.- COLOR : 1.- BLANCO () 2.- AZUL () 3.- ROJO () 4.- ROSA () OTRO__
- 2.- TAMAÑO: 1.- CHICO () 2.- MEDIANO () 3.- GRANDE () 4.- MUY GRANDE ()
- 3.- FORMA: 1.- REDONDO () 2.- ANCHO () 3.- PUNTIAGUDO () 4.- TRIANGULO () 5.- BOLUDO ()
- 4.- CONSISTENCIA: 1.- DURO () 2.- SEMIDURO () 3.- BLANDO () 4.- MUY BLANDO 5. () OTRA
- 5.- APARIENCIA: 1.- OPACO () 2.- CRISTALINO () 3.- BRILLOSO () 4. OTRA ____
- 6.- TESTA (PERICARPIO): 1.- GRUESA () 2.- DELGADA () 3.- MUY DELGADA () 4..OTRA __
- 7.- USO: 1.- A. GANADO () 2.- TORTILLAS () 3.- POZOLE () 4. OTRA ()
- 8.- DIAMETRO DE GRANO 1. DELGADO () 2. INTERMEDIO () 3. GRUESO ()
- 9.- FORMA SUPERFICIAL DEL GRANO
1. CONTRAIDO () 2. DENTADO () 3. PLANO () 4. REDONDO () 5. PUNTIAGUDO ()
- 10.- RENDIMIENTO EN VOLUMEN
1. MUY RENDIDOR () 2. RENDIDOR () 3. POCO RENDIDOR () 4. REDIMIENTO POBRE ()
- 11.- RENDIMIENTO EN PESO
1. MUY PESADO () 2. PESADO () 3. LIGERO () 4. MUY LIGERO ()
- 12 . OTRO ¿CUAL?_____

3).- POR SU ORIGEN (¿GEOGRAFICO, de donde vino?). 1. SI () 2. NO (), SI LA RESPUESTA ES NO PASE A LA SIGUIENTE PREGUNTA

SEÑALE EL ORIGEN _____ (DARLE UN NUMERO AL FINAL DE LOS CUESTIONARIOS)

4).- POR LA LENGUA MATERNA, 1. SI () 2. NO (), SI ES NO PASE A LA SIGUIENTE PREGUNTA

MENCIONELO _____ (DARLE UN NUMERO AL FINAL DE LOS CUESTIONARIOS)

CUAL ES SU SIGNIFICADO?_____ (DARLE UN NÚMERO AL FINAL DE LOS CUESTIONARIOS)

6).- POR EL TIPO DE MAZORCA. 1. SI () 2. NO (), SI ES NO PASE A LA SIGUIENTE PREGUNTA

1.- POR SU OLOTE: 1. GRUESO () 2.- DELGADO () 3.- OTRA _____

2.- POR SU COLOR DE OLOTE: 1) BLANCO () 2.- ROJO () 3.- MORADO () 4.- OTRA _____

3.- POR SU FORMA DE MAZORCA: 1) CILINDRICA () 2.- CONICA () 3.- OTRA _____

- 4.- POR SU TAMAÑO: 1. CHICA () 2.- MEDIANA () 3.- GRANDE () 4.- OTRA ____
- 5.- POR SU FACILIDAD DE DESGRANE: 1. DURO () 2. SEMIDURO () 3. BLANDO () 4.OTRA__
- 6.- POR SU RENDIMIENTO: 1. MUY ALTO () 2.- ALTO () 3.- INTERMEDIO () 4.- BAJO ()
- 7.- DISPOSICION DE HILERAS:1. REGULAR () 2. IRREGULAR () 3. RECTA () 4. EN ESPIRAL ()
- 8.- SABOR DEL ELOTE: 1. DULCE () 2. SIMPLE () 3. INSIPIDO () 4.- OTRA ()
- 7).- POR LA ALTURA DE PLANTA. 1. SI () 2. NO (), SI ES NO PASE A LA SIGUIENTE PREGUNTA
1. ALTAS () 2. MEDIANAS () 3. BAJAS () 4. BAJAS ()
- 8).- POR EL FOLLAJE 1. SI () 2. NO (), SI ES NO PASE A LA SIGUIENTE PREGUNTA
- 1) ABUNDANTE FOLLAJE () 2) POCO FOLLAJE ()
- 10.- POR SU LUGAR DONDE SE SIEMBRA. 1. SI () 2. NO (), SI ES NO PASE A LA SIGUIENTE PREGUNTA
1. LLANOS () 2. JOYAS () 3. LADERAS () 4.TLACOLOLES () 5. OTRA _____
- 11).- OTRAS CARACTERISTICAS 1. SI () 2. NO () CUAL _____
- 12) Ninguna de de ellas , o no sabe. 1. SI () 2. NO () _____

IV.- USTED SIEMBRA ACTUALMENTE ESTE MAIZ:

- 1.- ¿SIEMBRA ESTE TIPO DE MAIZ? SI () 2.-NO () PORQUE? _____, Si ES NO PASE A LA PREGUNTA 4 DE ESTA SECCION.
- 2.- QUE SUPERFICIE TIENE SEMBRADA? _____ HA.
3. CUANTOS AÑOS TIENE SEMBRANDO ESTE TIPO DE MAIZ. _____ AÑOS
4. HAY OTRO MAIZ PARECIDO A ESTE? 1.-SI () 2.-NO ()
- ¿COMO SE LLAMA? _____
5. EN GENERAL PARA QUE ES BUENO ESTE TIPO DE MAIZ, PARA QUE LO USARIA USTED.
-