



**ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA**



**“ROBERTO QUIÑONEZ”**

PROTOCOLO DE INVESTIGACION:

**“SANEAMIENTO Y FITOMEJORAMIENTO DE MAICES CRIOLLOS UTILIZANDO LA TECNICA DE SELECCION MASAL ESTRATIFICADA COMO APOYO AL PRODUCTOR INDIGENA SALVADOREÑO”**

INVESTIAGADOR: ING. MANUEL DE JESUS CORTEZ AZENON.

COLABORADORES:

ING. Wilber Nolasco. Encargado de la unidad de Gramíneas

Alumnos de primero y Segundo año de ENA.

NUMERO DE ENSAYOS: 4

FECHA DE INICIO: Marzo/2013

FECHA FINALIZACION: MAYO/2014

COSTO DEL PROYECTO: Total \$6,474.00 procedentes de Fondos GOES y Fondos Propios

## INTRODUCCION

El Salvador se caracteriza por tener una agricultura de subsistencia con muchos factores que frenan el desarrollo tecnológico, siendo la tenencia de la tierra y el aspecto socioeconómico los más sobresalientes; los cuales influyen directamente en el rendimiento en el cultivo del maíz específicamente en los pequeños productores de bajos recursos y que su dieta alimenticia y economía depende en gran medida de este cereal. Estos agricultores tienen bajo poder adquisitivo y vive en zonas rurales marginales donde hay condiciones extremas y desfavorables donde los maíces híbridos no son la mejor alternativa; quedando así la única opción de la siembra de semilla nacional o criolla. En el país la producción nacional de maíz es basada en maíz híbrido en su mayor porcentaje y en maíz criollo en menor escala; si analizamos los rendimientos del periodo 2010 a 2011; se ve que El Salvador cultivó un área de 362,706 manzanas con un rendimiento total de 16,898.486 Quintales y un promedio nacional de 46.60 Quintales/manzana (DGEA/MAG 2010/2011). Del total del área sembrada **324.397Mz** fueron de semilla híbrida y **38,309mz** de materiales criollos (11.81% del área) las cuales produjeron un promedio de **29.30** quintales/mz.

Es evidente que en nuestro país aun hay muchas área en donde el productor sigue utilizando maíces criollos y a pesar de su bajo rendimiento siguen siendo adoptados y conservados ya que según la población indígena; estos materiales se adaptan a las condiciones adversas como Cambio climático, sequia, poca fertilización, adaptación a poca intensidad lumínica, suelos erosionados, etc. En El Salvador la región IV (San Miguel, La unión, Morazán y Usulután) es donde se reporta la mayor área cultivada de maíz criollo y según la DGEA del MAG para 2010/2011 se sembraron 29,545mz con un rendimiento de 848,506 quintales. Culturalmente los maíces criollos son preferidos por los productores indígenas porque poseen características especiales como: Alto rendimiento de la masa, el sabor de la tortilla es más agradable, la mazorca es fácil de tapiscar y sobre todo no necesita comprar semilla cada año. Si bien es cierto que los maíces nacionales ofrecen ciertas ventajas no dejaremos de mencionar que los rendimientos de los híbridos son superiores al compararlos con los criollos; esta reducción está ligada muchos factores como el poco llenado de mazorca, plantas altas que favorecen al acame, asincronización de la floración de las plantas, la inadaptabilidad a niveles altos de nutrición. Por otro lado en cultivos realizados en ENA de variedades criollas, se ha observado una alta contaminación genética debido a que el agricultor desconoce de métodos apropiados de selección y para mantener las características fenotípicas y genotípicas de los materiales que fueron heredados por sus ancestros (Padres, abuelos y bisabuelos). El maíz es una planta de polinización cruzada por lo que el polen de una variedad puede ser transportado por el viento u otro mecanismo y ser colocado en el estilo estigma; provocando así gran variabilidad fenotípica favoreciendo la epistasia. Por muchos años el indígena ha cultivado sus maíces sin considerar este fenómeno y es fácil observar en los maíces criollos la presencia de múltiples razas mexicanas de maíz y cada una expresando sus características genéticas que para algunos autores es una ventaja ya que se transmiten características deseables mas sin embargo otros investigadores lo ven como desventaja y aseguran que es uno de los factores que produce la epistasia e inestabilidad varietal debido a que la transferencia de caracteres ha sido sin control.

## OBJETIVOS.\*\*\*\*\*

### General:

Dar a conocer una metodología para realizar saneamiento y Fitomejoramiento de semilla criolla de maíz usando técnicas sencillas como la selección masal estratificada para que el productor indígena pueda mejorar la calidad de su semilla y así incrementar su rendimiento y a la vez mantener por más tiempo las características fenotípicas de los maíces criollos.

### Específicos:

- 1) Apoyar el programa del MAG de asistencia técnica a la comunidad indígena de El Salvador
- 2) Capacitar a la población estudiantil en la aplicación de la técnica de selección masal estratificada como herramienta para el fitomejoramiento de maíz
- 3) Implementar una Guía metodológica para realizar un saneamiento y mejoramiento de una variedad criolla.
- 4) Obtener una variedad criolla de maíz no comercial más estable genéticamente y ponerla a disposición a técnicos y poblaciones indígenas interesadas para que sea utilizada para la producción de grano o elote.
- 5) Rescatar y mantener la cultura por medio de la protección de materiales criollos.

## METODOLOGIA

1° Fase consulta Bibliográfica.

2° Fase de campo

### Consulta bibliográfica

## MEJORAMIENTO GENETICO DEL MAIZ

Los dos grandes sistemas de mejoramiento genético del maíz son la selección y la hibridación. Con la selección se aprovechan los efectos génicos aditivos, mientras que con la hibridación se capitalizan los efectos génicos no aditivos (Márquez, 1988).

Según Molina (1979), para tener éxito con el método de hibridación, las bases germoplásmicas originales deben ser mejoradas en su rendimiento mediante selección recurrente, y de esta forma elevar su potencial para producir líneas que den origen a híbridos cada vez mejores. Así, mediante varios ciclos de selección recurrente aplicada a poblaciones de maíz, ha sido posible incrementar

su capacidad para generar líneas autofecundadas de alto rendimiento y de alta aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) (Betancourt *et al.*, 1974; Russell, 1991; Duvick, 1992; Claire *et al.*, 1993; Reyes, 1995; Oropeza, 1997) y también incrementar el rendimiento de los híbridos entre tales líneas, al aumentar la frecuencia de genes favorables (Dudley *et al.*, 1996).

En un esquema de selección la base para la selección puede ser tanto una planta individual, una familia de plantas o una progenie. En el correr del tiempo se han desarrollado distintos esquemas de selección los que son usados para mejorar genéticamente características agronómicas que son, a menudo, heredadas de manera cuantitativa. El método más antiguo de selección es la selección masal la que se basa en la apariencia fenotípica de las plantas y que, por lo general, no comprende la evaluación de las progenes seleccionadas. Muchos otros esquemas de selección recurrente tienen tres etapas: (a) muestreo de la población y desarrollo de las progenes de la población o poblaciones originales; (b) evaluación de las progenes en bases visuales o con pruebas en el laboratorio o en el campo, y (c) cruzamiento y recombinación de las progenes seleccionadas para formar el ciclo siguiente de la población para continuar la selección y el mejoramiento.

Estos esquemas de mejoramiento son llamados de selección recurrente ya que el procedimiento de selección es repetido consecutivamente hasta que se llega a los niveles de mejoramiento esperados. El objetivo primario del mejoramiento de las poblaciones por medio de la selección recurrente es el de mejorar las poblaciones de maíz en forma gradual y continua descartando las fracciones más pobres en cada ciclo; las plantas en la fracción superior se cruzan entre ellas para producir una nueva generación para el ciclo siguiente de selección. Las tres fases de un esquema de selección recurrente son igualmente importantes para obtener una buena respuesta de la selección. El proceso de cruzamientos internos tiene una importancia fundamental en este esquema: regenera la variabilidad genética por el intercruzamiento de progenes seleccionadas lo cual gradualmente incrementa la frecuencia de los genes deseables y de las combinaciones de genes. Esto mejora el comportamiento de la población para las características sobre las que se pone presión de selección. Como que el proceso de selección se repite a través de varios ciclos, es importante mantener una variabilidad genética adecuada en las generaciones seleccionadas de la población para que la ulterior selección y mejoramiento sean efectivos.

En algunos casos donde la selección masal no pareció ser efectiva fue debido sobre todo a una elección inadecuada de las características y/o de la población o a una incorrecta ejecución del proceso de selección. El último problema podía ser mal aislamiento, selección de un solo lugar, falta de control ambiental, interacción genotipo x ambiente, falta de control parental o mal manejo de las parcelas de campo (Hallauer y Miranda, 1988). Los puntos débiles de la selección masal como método efectivo de selección han sido en gran medida eliminados por varias modificaciones introducidas al sistema simple de selección masal (Tabla 13). El uso de la estratificación, mas repeticiones y ambientes, el control del polen, la aislación correcta y las buenas técnicas de manejo de parcelas han mejorado considerablemente el éxito y las ganancias que se obtienen con la selección masal. Según varios informes publicados parecería resurgir un nuevo interés por este método; ha sido usado exitosamente para el mejoramiento de características importantes como precocidad, adaptación, prolificidad, contenido de aceite y proteínas, rendimiento y también para el mejoramiento de poblaciones. Arboleda Rivera y Compton (1974) aplicaron la selección masal para rendimiento de grano y prolificidad en una población de base amplia de Colombia durante diez ciclos en tres ambientes, a saber, estación

seca, estación lluviosa y ambas estaciones. En general, se obtuvieron mejores resultados cuando las selecciones se llevaron a cabo en ambas estaciones (Paterniani, 1990; Pandey y Gardner, 1992). Esto indica la necesidad de que la selección masal sea repetida en varios ambientes para evitar la interacción genotipo x ambiente. Paterniani (1990) sugirió que usando la selección masal se podrían obtener mayores ganancias con el control de ambos sexos. Después de cuatro ciclos de selección masal para prolificidad en dos poblaciones, siguiendo un esquema con control de ambos sexos, los resultados mostraron un aumento importante en prolificidad (14 y 21%), un incremento en el rendimiento de grano (6 y 9%), una disminución en el tamaño de la panoja y una mejor sincronización entre la floración masculina y femenina. La selección masal bajo altas densidades ha sido usada para reducir el intervalo anthesis-emergencia de los estambres, reduciendo la esterilidad, seleccionando para resistencia a la sequía y mejorando el rendimiento bajo condiciones de estrés (Edmeades, Bolaños y Lafitte, 1990; Bolaños y Edmeades, 1993). Morello *et al.* (1994) informaron que la densidad de las plantas en la selección masal era estadísticamente significativa para el índice y el peso de mazorcas pero no para rendimiento de mazorcas. Diez ciclos de simple selección masal para mayor emergencia en el campo y peso de los granos en una población de maíz arrugado 2 (*sh2*) resultó en el mejoramiento de la emergencia y en los factores de calidad de las plántulas, sin afectar la dulzura y la ternura (Juvik *et al.*, 1993). Dhillon y Malhi (1996) informaron de una ganancia anual de 2,4% por la selección en tres ciclos en un programa de plantas autofecundadas en selección masal en un maíz tropical compuesto J1413. De León *et al.* (1995) sometieron tres poblaciones a selección masal durante tres ciclos después de haberlas inoculado con *Aspergillus flavus*, el cual produce aflatoxinas. El estudio mostró que había grandes diferencias en producción de aflatoxinas entre las tres poblaciones, pero la selección masal no mejoró la tolerancia a la producción de aflatoxinas.

Miranda (1985) sugirió que cuando se trabaje con poblaciones de maíz de base amplia, la selección masal será más efectiva en los primeros ciclos a fin de incrementar el valor de adaptación de la población y mejorar las características agronómicas tales como altura de la planta, resistencia al vuelco y resistencia a los insectos y enfermedades. La importancia de la selección masal para mejorar rápidamente la adaptación de poblaciones exóticas a un nuevo ambiente ha sido demostrada por varios mejoradores tanto en ambientes tropicales como templados. Algunos mejoradores preocupados por la escasa diversidad genética de los germoplasmas de maíz usados en los Estados Unidos de América, exploraron la posibilidad de utilizar germoplasma tropical exótico en ambientes de zona templada. Hallauer y Sears (1972), Troyer y Brown (1976) y Compton, Mumm y Mathema (1979) sometieron poblaciones de maíz que comprendían germoplasma exótico tropical, a un proceso de selección para floración temprana en un ambiente templado, usando selección masal recurrente; como resultado, las poblaciones presentaron floración más temprana y adaptada a la temperatura de los ambientes en cinco de los seis ciclos de selección. En un estudio más reciente, San Vicente y Hallauer (1993) informaron que se habían obtenido buenos resultados usando la selección masal para floración temprana usando la raza compuesta tropical *Antigua*, de la zona del Caribe; la selección fue hecha en el ambiente templado de Iowa (EEUU). Con una intensa presión de selección para floración femenina temprana -se seleccionaron 300 mazorcas de las plantas que florecieron primero en una población total de 20 000 plantas- el compuesto *Antigua* alcanzó una madurez similar al germoplasma *Corn Belt* después de seis ciclos de selección. El cambio promedio en días a la floración por ciclo (C) se redujo en 32 días y el número de días para un 50% de floración se redujo de 91 días en C0 a 74 días en C6; las ganancias en rendimiento fueron también importantes: la población C0 no adaptada de *Antigua* rindió solamente 700 kg/ha mientras que la generación C6 rindió 5 090 kg/ha. La selección masal para precocidad y adaptación a un ambiente templado decreció la

fotosensibilidad, incrementó la precocidad, redujo la altura de las plantas y el tamaño de la panoja y aumentó el rendimiento. Resultados similares se obtuvieron reduciendo la fotosensibilidad de otros germoplasmas tropicales y adaptándolos a las temperaturas ambientales con unos pocos ciclos de selección masal. La población de maíz *Tuxpeño* de México (Hallauer, 1994) y la población *Suwan 1* de Tailandia (Hallauer, 1996, com. pers.) fueron sujetas a cinco y seis años de selección masal para su adaptación en Iowa, (EEUU), en un ambiente templado. La selección se hizo con 500 plantas de floración temprana de un total de 20 000 plantas de cada población. Ambas poblaciones se volvieron menos fotosensitivas, fueron 16 y 20 días mas tempranas en madurez y tuvieron en el ambiente templado mucho mayores rendimientos que las poblaciones originales. Sería de interés estudiar el comportamiento de las versiones adaptadas a la temperatura y foto-insensitivas de esas poblaciones en ambientes tropicales. Edmeades *et al.* (1995) examinaron la generación C5 de tres poblaciones: *Antigua (BS27)*, *Tuxpeño (BS28)* y *Suwan 1 (BS29)*, recibidas de Hallauer, para su sensibilidad fotoperiódica bajo condiciones de largo del día prolongado artificialmente en la estación del CIMMYT de Tlaltizapán, México. Estos materiales mostraron un menor nivel de los parámetros de fotosensibilidad que los materiales tropicales. Edmeades (1996, com. pers.) indicó que el progreso hecho en *Tuxpeño* para su selección estrictamente para fotoinsensibilidad bajo condiciones artificiales de día largo no fue tan grande como el que se obtuvo por selección masal para precocidad -el cual incluyó fotoinsensibilidad en Iowa- en ambientes templados. Si esas versiones adaptadas a la temperatura de las poblaciones tropicales no hubieran perdido muchos de los genes para adaptabilidad a los ambientes tropicales en el proceso de selección masal en los ambientes templados, podrían ser un mejor recurso genético para usar en el mejoramiento del maíz tropical que las líneas puras superiores, los híbridos, las variedades sintéticas u otras variedades desarrolladas del *Corn Belt*, las cuales han perdido muchos de los genes para adaptación a los ambientes tropicales.

La selección masal puede ser una herramienta muy efectiva para el mejoramiento del maíz en los programas que no cuentan con grandes recursos. En muchos ambientes tropicales, excepto en las tierras altas, es posible completar dos ciclos de selección masal en un año, lo cual puede representar una forma más rápida de desarrollar el programa. La selección masal puede ser usada con provecho para muchas características importantes de los maíces tropicales como madurez más temprana, menos altura y tamaño de panoja, mayor índice de cosecha, intervalo de anthesis a floración femenina más reducido, esterilidad, tolerancia a las altas densidades, tolerancia a la sequía y resistencia a enfermedades.

*Fuente: Johnson et al., 1986.*

R.L. Paliwal. Mejoramiento de maiz en los tropicos.

[www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s15.htm](http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s15.htm)

**EPISTASIS:** En genética, cualquier caso de interacción genética entre dos genes no alélicos que impide la expresión o supresión del efecto de uno de ellos por el otro.

## SELECCION MASAL ESTRATIFICADA.

La selección masal estratificada es el método que muchos fitomejoradores realizan ya que es el más sencillo para mejorar las plantas alogamas como el maíz, requiriendo realizar una simple selección de fenotipos para auto cruzarlos entre ellos hasta obtener los resultados esperados después de un número de cruza y selecciones conservando únicamente las características deseables.

Este tipo de selección consiste en diseñar una parcela la cual se dividen en subparcelas para que dentro de cada subdivisión se tomen con un amplio criterio las mejores plantas para lograr en las generaciones futuras mejores rendimientos.

El lote o parcela deberá estar aislada de otras plantaciones de maíz (1Km a la redonda) o proteger las subparcelas sembrando al contorno barreras o bordas densas de maíz con la misma variedad; las cortinas deberán tener entre 5 a 10 metros de ancho. También se recomienda considerar las fechas de siembra de las parcelas aledañas dejando dos a tres semanas de intervalo (Ya sea adelantando o atrasando la fechas de siembra); esto para evitar la contaminación de polen de plantas no deseadas, permitiendo que la plantación esté en floración 15 o 21 días antes o después de las parcelas vecinas. De esta manera aislamos nuestra milpa de los demás materiales y estaremos listos para proseguir a emplear el método de selección.

Al momento de la selección se eliminan o se ignoran aquéllas plantas que no reúnen las características de nuestro interés. El dentro de los sublotes se lleva a cabo la selección, generalmente con una presión del cinco por ciento (5%). Por ejemplo en el caso y considerando un distanciamiento de siembra que es de 0.90m entre surco por 0.40m entre postura a dos plantas, se estima que tendremos una cantidad estimada entre 19,444 posturas equivalentes a 38,888 plantas por manzana (55,556plantas/Ha) de esta población se tendrán que seleccionar 1,944 plantas para la obtención de semilla (2,778 plantas/Ha) para ser sembradas en el siguiente ciclo y así sucesivamente así como lo explica Gardner (1961).

La división del lote en sublotes parte del supuesto que dentro de cada sublote la variación del suelo es mínima, por lo que las diferencias entre las plantas se debe más a la variación genotípica. Márquez-Sánchez (1980) ha demostrado que dicha variación no es sólo genética sino también debida a la interacción genético-ambiental.

Con símbolos algebraicos, la diferencia entre los efectos fenotípicos de dos plantas cualesquiera es:  $f_{ij} - f_{kj} = (g_i - g_k) + (ge_{ij} - ge_{ik})$

Donde:  $f_{ij}$ = valor fenotípico del genotipo  $i$  ( $g_i$ ) en el sublote  $j$ ;  $f_{kj}$ = valor fenotípico del genotipo  $k$  ( $g_k$ ) en el sublote  $j$ ; y  $ge$ = son los correspondientes efectos de la interacción genético ambiental. De manera que si la diferencia entre los efectos de interacción es alta, la diferencia entre los valores fenotípicos no corresponderá a la diferencia entre los efectos genotípicos.

Lo anterior puede evitarse si se comparan plantas que se encuentren en una vecindad extrema; es decir, plantas que deben estar lo más cercanas posible para que la diferencia entre los efectos de interacción sea lo menor posible también. Esto se logra colocando al pie de cada planta su producción de mazorcas, y el mejorador haría la selección de plantas lo más cercanas posible, tratando de que en cada surco se tenga el número de plantas seleccionadas adecuado a la presión de selección. Por ejemplo, generalmente se acostumbra sembrar de 30 a 40 sublotes con 100 plantas cada uno, de modo que el total sea de 3,000 a 4,000 plantas; con la presión de selección 5% se seleccionará un total de 150 a 200 plantas. Si el lote se siembra en cuatro fajas cada una con 10 sublotes, cada sublote con cinco surcos, y cada uno con 20 plantas, se tendrán 50 surcos cada uno con 80 plantas, de las cuales 5% son cuatro plantas; es decir, a lo largo de cada surco se

seleccionarían cuatro plantas, que en el total de surcos nos da  $50 \times 4 = 200$  plantas seleccionadas. Desde luego que en la práctica no se pueden seguir estrictamente estos pasos; habrá surcos en que se seleccionen más de cuatro plantas o bien menos, por lo que al final de la selección si hay más de 200 mazorcas se descartan las menos rendidoras, o al contrario, si hay menos, habrá que revisar el lote a fin de escoger todavía algunas mazorcas seleccionables.

## SELECCIÓN EN MASAL CONVENCIONAL

Tradicionalmente los agricultores salvadoreños escogen sus semillas aplicando criterios simples de selección masal siendo los aspectos fenotípicos “Mazorca con excelente cobertura y mazorcas grandes” los mas aplicados. En menor grado se observa el empleo de otros criterios de selección como: Plantas bajas que resistan el acame, precocidad, días a flor y a elote, Numero de carreras, granos por carrera, distancia de entrenudos, altura de mazorca y otras de interés; mas sin embargo se recalca que a pesar de esto los materiales criollos han persistido o permanecido en su gran mayoría conservando algunas características por muchos años a pesar de que los productores no tienen el cuidado de aislar sus parcelas de otras plantaciones vecinas sean estas sembradas por otros criollos o por semilla mejorada, exponiendo sus plantas a que sean contaminadas por polen de plantas vecinas.

Por otra parte en El Salvador muchas instituciones no gubernamentales están realizando trabajos de conservación, mejoramiento y fortalecimiento de la agricultura sostenible fomentando el uso de maíces criollos y como ejemplo se puede citar la implementación de más de 50 manzanas para la producción de semillas criollas impulsando las siguientes variedades: Santa Rosa, Capulín, Tabero, Nicaragüense, Maison y Tapón de botella; evento realizado en el 2012 en los municipios de San Juan Opico, Quezaltepeque, El Paisnal, Guazapa y Rosario de Mora. Lamentablemente Muchas de **estas ONGS** hacen de manera empírica de selección masal ya que es la que predomina en nuestro país y que de generación a generación vienen practicando los productores provocando que los materiales criollos estén contaminados por lo que repercute en la poca estabilidad genética y al final se refleja en bajos rendimientos.

## PRINCIPALES VARIEDAD CRIOLLAS CULTIVADAS ACTUALMENTE EN EL SALVADOR.

En el país existen muchas variedades criollas distribuidas en los 14 departamentos las cuales son cultivadas y conservadas por los agricultores y que seguirán cultivándose por varias generaciones debido a los atributos que fueron estudiados anteriormente

Durante el año 2012 con el apoyo de alumnos de segundo año de la Escuela Naciopanl de Agricultura “Roberto Quiñonez” se recolectaron en diversos municipios y departamentos del país alrededor de unos 16 materiales de maíces criollos que actualmente se están cultivando los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

## VARIETADES CRIOLLAS MAS COMUNES USADAS POR LOS AGRICULTORES SALVADOREÑOS

NOMBRE DE LA VARIEDAD	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
Sentetico	Chalatenango	Chalatenango
Marita	San Pablo Tacachico	La Libertad
Cubano	San Pablo Tacachico	La Libertad
Capulín	San Francisco Menéndez	Ahuachapán
Tizate	Jocoro	Morazán
Maizon	San Pedro Nonhualco	La Paz
Rojo	Cuisnahuat	Sonsonate
San Julián	San Andrés	La Libertad
Maicito	Lolotique	San Miguel
Rocamel	Atiquizaya	Ahuachapán
Santa Rosa	San Andrés	La Libertad
Amarillo	Chinameca	San Miguel
Santa Cruz	San Simón	Morazán
Catracho	San Antonio del Monte	Sonsonate
Ulupilce	Guaymango	Ahuachapán
Taberon	San Simón	Morazán

Cuadro elaborado en base a colecta realizada por alumnos de segundo año de ENA en el año 2012

Al observar fenotípicamente las mazorcas de estos maíces criollos nos damos cuenta que en cada variedad se encuentran características fenotípicas de muchas razas mexicanas de maíces cuya presencia puede deberse a que nuestro país es parte o al menos esta cerca de los centros de origen y domesticación del maíz o también por la migración de Toltecas y Aztecas a nuestro territorio ocurrida antes de la colonia y quienes trajeron consigo sus semillas.

### CENTRO DE ORIGEN Y RUTAS DE MIGRACION DE LAS RAZAS DE MAIZ.



## **RAZAS MEXICANAS QUE HAN DADO ORIGEN A LA MAYORIA DE VARIETADES CRIOLLAS E HIBRIDOS DE MAICES.**

### **Raza Tuxpeño**

Esta raza se caracteriza por sus mazorcas grandes, cilíndricas, de grano dentado, predominando los colores blancos, pero puede presentar diversos colores (Fig. 91). Tiene un alto número de hileras y granos por hilera, lo que la hace una de las razas más productivas de México; presenta muy buena calidad agronómica en planta y resistencia a enfermedades. (CONABIO 2010, Wellhausen *et al.* 1951)

Domina en grandes áreas principalmente las partes bajas tropicales bajo temporal, así como en las subtropicales bajo riego, pero presenta mayor concentración hacia la vertiente del Golfo de México; predomina su cultivo en primavera-verano y áreas con disposición de riego permiten su cultivo en el ciclo otoño-invierno (Fig. 92).

Tanto por sus atributos como por su empleo en el mejoramiento genético está ampliamente distribuida en el país, como raza pura, en combinación con otras razas o como híbrido acriollado, generalmente en altitudes por debajo de los 1,500 m; también se relaciona con muchas razas, formando un continuo (CONABIO 2010, 2011, ).

Tiene un amplio uso y variado, para tortilla, elote, pozol (bebida fermentada muy apreciada en las zonas tropicales del país), tamales, etc., (CONABIO 2011).

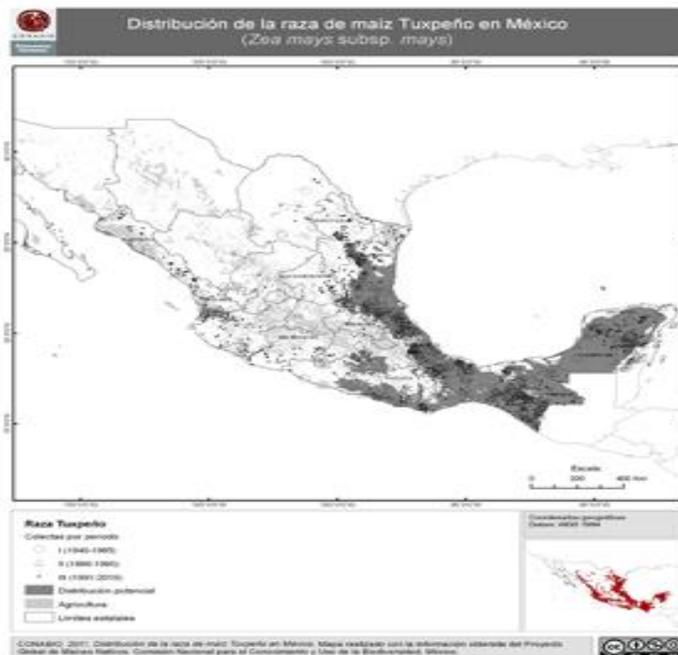
Muy importante a nivel nacional y la más utilizada para mejoramiento. Por sus características agronómicas sobresalientes ha sido una de las principales fuentes de germoplasma en el mejoramiento, público y privado, de maíces para zonas tropicales y subtropicales de varias regiones del mundo y como fuente de germoplasma en la ampliación de la base genética de híbridos de la Faja Maicera en los Estados Unidos de Norteamérica (Bellon *et al.* 2005, Gámez *et al.* 1996, Goodman 1999, Mafuru *et al.* 1999, Morris y López-Pereira 2000, Ortega 1985a, Wellhausen *et al.* 1951, Wellhausen 1990).

De acuerdo con Wellhausen *et al.* (1951) esta raza figura “entre las antecesoras de las razas más productivas y agronómicamente satisfactorias de México, tales como Celaya, Chalqueño y Cónico Norteño” y “ha sido fuente del plasma germinal de los maíces dentados del sur de los Estados Unidos de Norteamérica”.

Tuxpeño es intermedio entre las razas Tepecintle y Olotillo, que se postulan como sus probables progenitores (Wellhausen *et al.* 1951).



Muestra de mazorcas de la raza Tuxpeño (Foto: José Ron Parra)



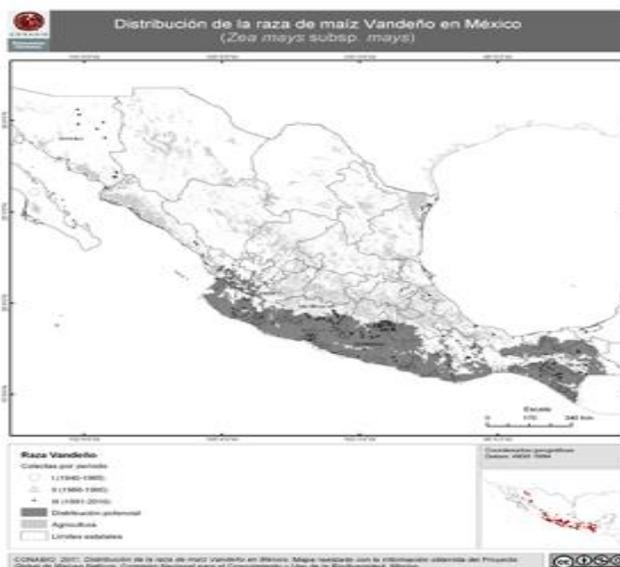
Distribución conocida y potencial de la raza Tuxpeño. ([pdf](#)) ([JPG](#))

## Raza Vandeño



Muestra de mazorcas de la raza Vandeño (Foto: Noel Orlando Gómez Montiel).

La raza Vandeño se asemeja a Tuxpeño por sus mazorcas cilíndricas, pero más cortas y generalmente con olote más grueso y un número mayor de hileras; de grano dentado, pero más blando a semiduro; predomina el grano de color blanco (Fig. 95), aunque también se han colectado azules, amarillo y rojos (CONABIO 2010, Wellhausen *et al.* 1951).



Distribución conocida y potencial de la raza Vandeño. [\[IPG\]](#)

A diferencia de Tuxpeño, de concentración en la vertiente del Golfo, Vandeño se distribuye principalmente en las costas y vertiente del Pacífico. Se ha colectado desde Chiapas hasta Sonora, por lo que presenta mayor adaptación a condiciones más estacionales y áreas de menor precipitación (Fig. 96). (CONABIO 2011, Gómez 2010 *et al.* 2010, Wellhausen *et al.* 1951). Con frecuencia se encuentran poblaciones con plantas con mejores características que Tuxpeño para agroecosistemas industrializados y presenta menores requerimientos de humedad, así como mazorcas con alto número de hileras (especialmente las variantes “sapo” en Guerrero y Michoacán) (Gómez 2010 *et al.* 2010, CONABIO 2010).

De sus granos con textura blanda a semidura se produce masa muy blanca que se puede adaptar para harinas industrializadas (CONABIO 2010).

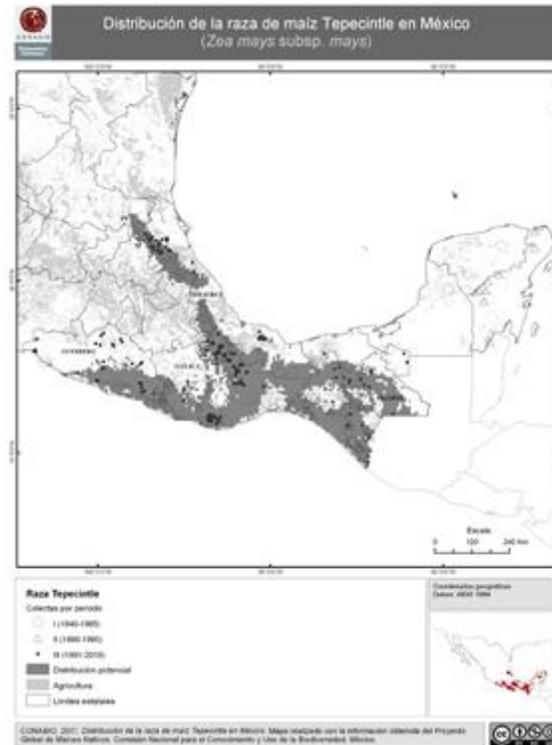
### Tepecintle

Raza de mazorca cilíndrica y grano dentado. La particularidad que la distingue son las puntas de sus olotes descubiertas o desprovistas de grano (Fig. 88). Presenta una extensa variedad de colores entre los que predominan los tipos blancos, amarillos y anaranjados. (CONABIO 2011, Wellhausen *et al.* 1951).



Muestra de mazorcas de la raza Tepecintle (Foto: Roger Iván Díaz Gallardo)

Cultivada en zonas de ladera -de donde deriva su nombre (*Tepe*- cerro o ladera, *cintle*-maíz: “maíz de cerro”)- y en zonas de vega de río (“chahuites” o “tonalmil”) en Oaxaca y Chiapas (Fig. 89) (CONABIO 2011, Wellhausen *et al.* 1951).



Distribución conocida y potencial de la raza Tepecintle. (JPG)

Tiene un buen rendimiento en producción de masa y tortilla (CONABIO 2010). En el sureste del país se utiliza para la elaboración de pozol -bebida elaborada a partir de masa fermentada, muy refrescante y nutritiva debido a que aloja bacterias lácticas y fijadoras de nitrógeno (CONABIO 2011, Castillo-Morales *et al.* 2005).

Se considera que, junto con Olotillo, participó en la formación de otras razas más rendidoras de las zonas tropicales, como Tuxpeño y Vandeño. Comparte características de estas dos últimas razas, pero tiene menor número de granos, mazorca más pequeña y tienden a ser más precoces. (Wellhausen *et al.* 1951).

## Zapalote Chico

Se caracteriza por sus plantas bajas, mazorcas cortas y bajo número de hileras de granos semiharinosos y con el más bajo índice gluma/grano en las razas mexicanas (Fig. 81) (Wellhausen *et al.* 1951)

Raza endémica de la planicie costera del istmo de Tehuantepec, base alimenticia de la población zapoteca y mestiza de esta región. Se extiende a las regiones costeras aledañas de Oaxaca y Chiapas hasta una altitud de 600 m, aunque se ha reportado como muestras aisladas o con influencia en otras razas hasta 1,550 y 1,900 m (Fig. 82) (Aragón *et al.* 2006, CONABIO 2011 CONABIO 2010).



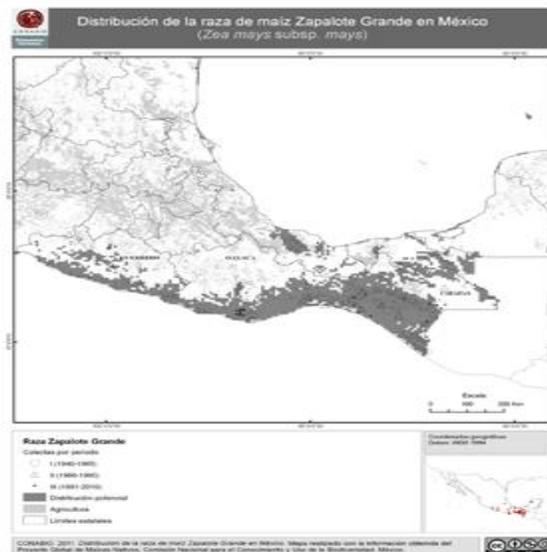
Muestra de mazorcas de la raza Zapalote Chico (Foto: Cecilio Mota Cruz).

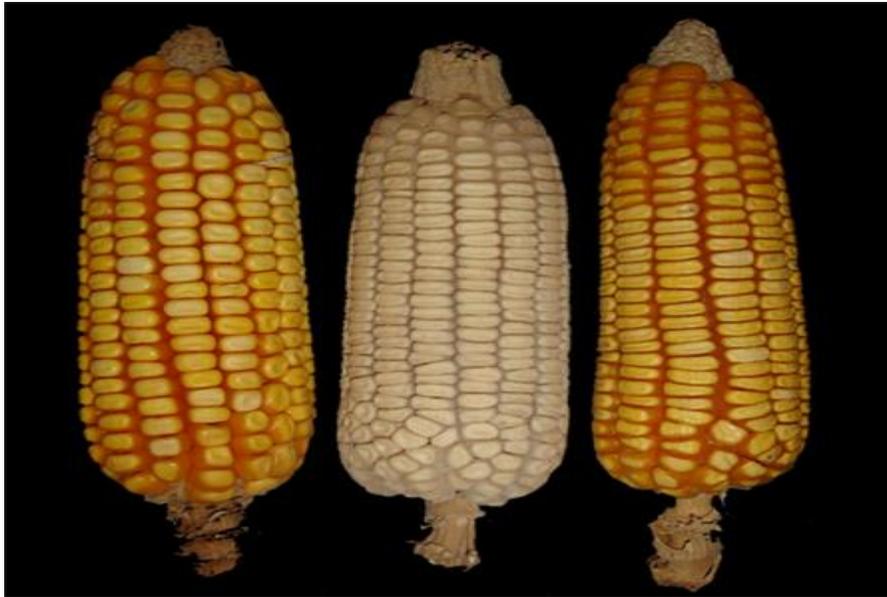
Esta raza es utilizada especialmente para elaborar los tradicionales “totopos” del Istmo, aunque también se uso para elote y en la preparación de atole y elaboración de tortilla. Es una de las razas con mayor contenido de proteína (12.7% en promedio) y con germen grande. (CONABIO 2010, Wellhausen *et al.* 1951). Es una de las razas importantes para el mejoramiento por sus características fisiológicas, morfológicas y agronómicas sobresalientes: índice de cuateo, insensibilidad al fotoperiodo, ciclo corto, alta eficiencia fotosintética y potencial hídrico bajo sequía; planta baja resistente al viento, al acame, al

calor, a enfermedades foliares y al gusano cogollero; excelente calidad elotera; excelente cobertura de mazorca que protege al grano de plagas y enfermedades; alto coeficiente de desgrane, buen rendimiento; excelente para totopo, elotes y tortillas; y para forraje (Muñoz 2003, CONABIO 2010). Se ha usado en el mejoramiento genético como fuente de estas características (Ortega 1985b, CONABIO 2010). En Estados Unidos han generado variedades con resistencia a plagas a partir de esta raza (Widstrom *et al.* 2003). Por su planta pequeña y precocidad, se puede sembrar en alta densidad, pudiéndose obtener hasta tres cosechas por año (CONABIO 2010). Zapalote Chico se puede considerar derivada de germoplasma de Nal-Tel y Tepecintle (Wellhausen *et al.* 1951).

## Zapalote Grande

Se caracteriza por su longitud de ciclo de vida intermedio a precoz, buen tipo de planta (no muy alta), mazorcas cortas, ligeramente cilíndricas, de grano dentado en los que predomina el color blanco, pero también se presenta el amarillo y azul (Fig. 99). (CONABIO 2011, Ortega 2011 com. pers., Wellhausen *et al.* 1951).





Muestra de mazorcas de la raza Zapalote Grande (Foto: Cecilio Mota Cruz).

Zapalote Grande se cultiva en áreas de condición cálida semi-húmeda, en altitudes de 0 a 1,200 m, en el istmo de Tehuantepec y áreas similares en el estado de Chiapas (Fig. 100). Se han encontrado materiales con influencia de esta raza en zonas semi-cálidas de Guerrero y Veracruz. (CONABIO 2011, Gómez *et al.* 2010, Wellhausen *et al.* 1951). En la actualidad está disminuyendo el número de agricultores que la siembran (Ortega 1999).

Se emplea de manera general para la elaboración de tortilla, elotes y atole, así como para el pozol y, al igual que Zapalote Chico, para diferentes tipos de totopos en el istmo de Tehuantepec (CONABIO 2011).

Su origen se atribuye a que derivó de Zapalote Chico con posible introgresión de germoplasma de la raza Tehua de Chiapas (Wellhausen *et al.* 1951).

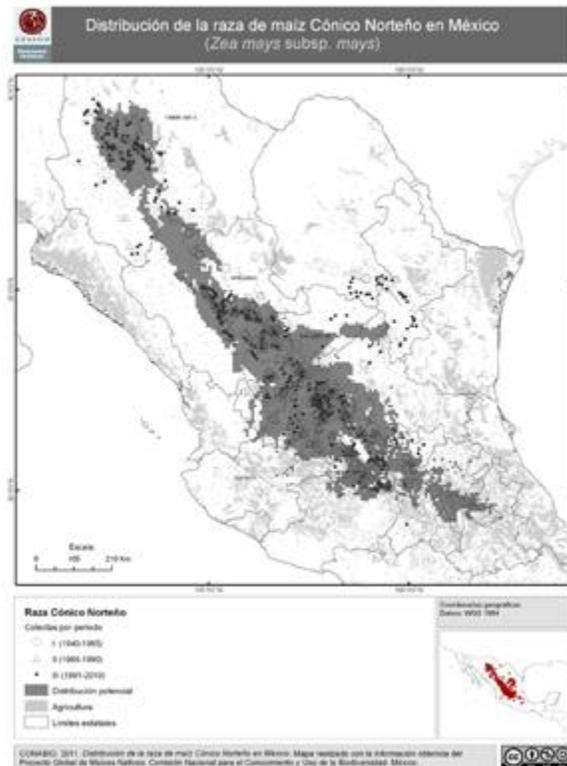
### **Cónico Norteño**

Esta raza se considera una adaptación de la raza Cónico a la zona templada semiárida del norte del país. Se caracteriza por sus plantas de porte bajo, mazorcas cónicas y textura de grano semidentada, estos de color blanco (Fig. 14), pero ocasionalmente se encuentran diferentes tonalidades del amarillo al morado (CONABIO 2011, Rincón *et al.* 2010, CONABIO 2010, Wellhausen *et al.* 1951).



Muestra de la raza Cónico Norteño (Foto: Froylan Rincón Sánchez)

Se cultiva en las áreas agrícolas del Altiplano Mexicano, extensa región semiárida-templada (de clima BSk y BSk'), principalmente en régimen temporal y a altitudes de 1,800 a 2,500 m. Se reporta desde el norte de Guanajuato hasta el sur de Chihuahua, abarcando áreas agrícolas de Zacatecas, Durango y Aguascalientes y extendiéndose a zonas del norte de San Luis Potosí, sureste de Coahuila y sur de Nuevo León (Fig. 15) (CONABIO 2011, Ortega 1977, Rincón *et al.* 2010, CONABIO 2010, Wellhausen *et al.* 1951).



Distribución conocida y potencial de la raza Cónico Norteño ([pdf](#)) ([JPG](#))

Se cultiva en las áreas agrícolas del Altiplano Mexicano, extensa región semiárida-templada (de clima BSk y BSk'), principalmente en régimen temporal y a altitudes de 1,800 a 2,500 m. Se reporta desde el norte de Guanajuato hasta el sur de Chihuahua, abarcando áreas agrícolas de Zacatecas, Durango y Aguascalientes y extendiéndose a zonas del norte de San Luis Potosí, sureste de Coahuila y sur de Nuevo León (Fig. 15) (CONABIO 2011, Ortega 1977, Rincón *et al.* 2010, CONABIO 2010, Wellhausen *et al.* 1951).

Prácticamente es el único material que se adapta a las condiciones de limitada precipitación y temperaturas extremas de esta amplia región. Se han generado por los agricultores formas precoces adaptadas al temporal crítico o de escasa lluvia (Avendaño *et al.* 2005, Ortega 1977, Ortega 2011 com. pers., CONABIO 2010).

Colectas de esta raza (Zacatecas 58, Zacatecas 218) se han utilizado para desarrollo de variedades resistentes a sequía, y en general para el mejoramiento de materiales para la región templada semiárida, en algunos casos combinados con poblaciones precoces de la raza Bolita (Avendaño *et al.* 2005, Muñoz 1980, Ortega 1977, Ortega 2011 com. pers., CONABIO 2010).

## 2) FASE DE CAMPO

### 2.1 UBICACION DEL PROYECTO:

El proyecto fue realizado en el departamento de fitotecnia de la Escuela Nacional de Agricultura “Roberto Quiñónez”, la cual está situada en el Valle de San Andrés, municipio de Ciudad Arce, departamento de La Libertad, sus coordenadas son 15°20’40’LN y 89°30’25’LO, la cual está a una altura de 460 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 23°C y una precipitación anual de 1,693mm.

### 2.2 SELECCION DEL TERRENO:

El terreno que se seleccionó para llevar a cabo el proyecto está ubicado al Este de las aulas y oficinas de agronomía departamento de fitotecnia. El terreno es de buena topografía y de textura franco arcillosa lo que lo hace apto para el cultivo de maíz.

### 2.3 PREPARACION DEL SUELO:

Antes de preparar el suelo se realizó una nivelación al 0.25% de pendiente ya que el sistema de riego que se utilizó fue de gravedad. Después de la nivelación se realizó la preparación de la cama de siembra la cual se hizo mecánicamente dando un paso de arado, dos pasos rastra y un surcado a 0.90m.

### 2.4 SELECCION DE SEMILLA BASE A SANEAR.

Para esta siembra se utilizó la semilla base de la variedad PLANTA BAJA; la cual fue colectada en el cantón Las Lajas, San Isidro, departamento de Sonsonate obteniéndose la cantidad de una libra.

### 2.5 Multiplicación del material. Planta Baja

Debido a que las cantidades de semilla base era muy poca y no se tenía la suficiente cantidad para lograr establecer una parcela de adecuada población de plantas para poder establecer la selección masal estratificada (No menos de 10,000 plantas), fue necesario la multiplicación del material en pequeñas parcelas de 200 metros cuadrados para lo cual se realizaron tres siembras: julio/12, /11/12, 12/12/12. En estas primeras siembras se realizó una selección masal simple seleccionando únicamente plantas con mazorca grande y con una altura de mazorca de 1.80 a 1.90 metros. En su mayoría la plantación presentó una altura de planta promedio de 3.0 metros y una altura de mazorca de 1.90 metro con poca presencia de plantas con altura de 1.70 metros. Las mazorcas de la variedad Planta Baja

obtenidas en la cosecha oscilaban entre los 20 a 21cm de longitud; y con número de carreras entre 8, 10 y 12 con un promedio de 28 granos por carrera.

De igual forma se multiplico el material base de santa Rosa, variedad que también se va mejorar para estabilizar el numero de hileras obtenido de la primera siembra para las siguientes multiplicaciones tenía entre 14 a 16 carreras y con un numero de 35 granos por hilera.

Con respecto a la variedad Santa Rosa se mantuvo uniforme la longitud de las mazorcas (25 cm ) pero hubo una variante en el numero de hileras obteniéndose carreras por mazorca de 14, 16 y 18 con 40 granos por hilera, situación que nos motivo a seguir un programa de saneamiento.

A continuación mostramos las características fenotípicas de la variedad Planta Baja.

Altura de planta.....3.00mt	Resistencia a Acame.....Baja
Altura de mazorca.....1.80 a 1.90mt	Resistencia a carbón del maíz..... Media
Color de tuza..... Verde, morado	Resistencia Achaparramiento..... Buena
# Hileras por mazorca.....8 y 12	Color de Grano..... Blanco
Longitud de Mazorca.....0.15mt a 0.28mt	Tipo de grano.....Dentado y Semidentado
Granos por hilera.....25 a 35	Rendimiento Tuza..... Excelente
Cobertura de punta..... Buena	Usos: Tortilla y Ensilaje
Color de planta..... Verde y morado	Rendimiento: 30 a 40qq/mz



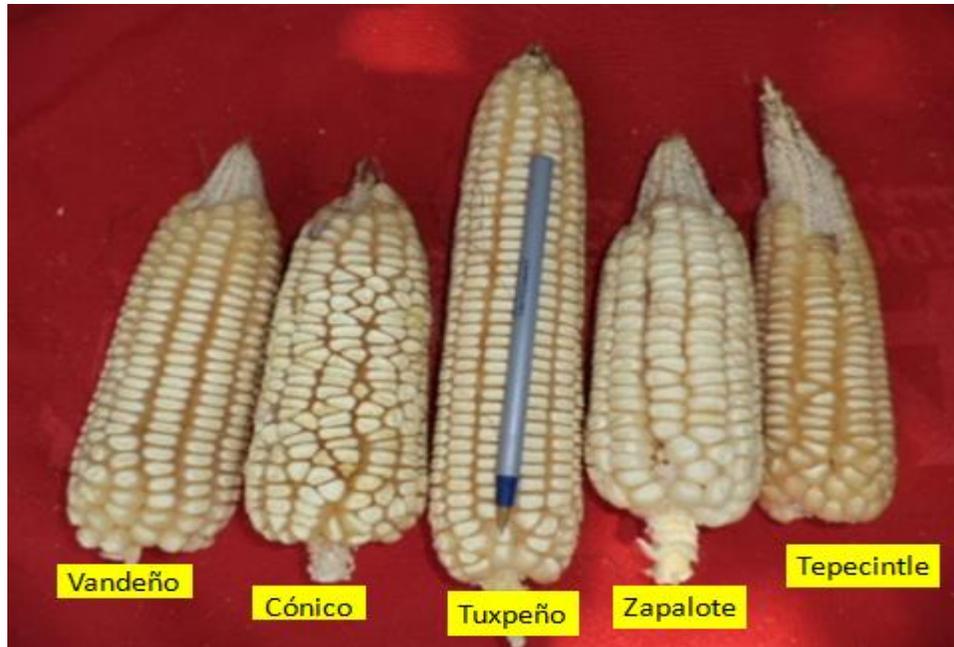
Tecnico mostrando la altura de mazorca en el primer ciclo de seleccion del material base Planta Baja



Durante la cosecha se observó que había mucha variabilidad fenotípica entre las mazorcas colectadas de la variedad Planta Baja por lo que hubo necesidad de compararlas con las características descriptivas de las razas mexicanas más importantes de maíces y se encontraron muchas similitudes las mencionamos a continuación:

#### RAZAS MEXICANAS DE MAICES PRESENTES EN LA VARIEDAD PLANTA BAJA.

Durante los primeros tres ciclos de siembra de la variedad criolla planta baja se pudieron observar claramente características fenotípicas dominantes de cinco razas mexicanas de maíces entre las que podemos mencionar: Vandeño, Conico, Tuxpeño, Zapalote y Tepecintle



Biodiversidad de caracteres fenotípicos de múltiples razas mexicanas presentes en la variedad Planta Baja (Fotografía: Manuel de Jesús Cortez Azenon)

La presencia de la raza tuxpeño en esta variedad es muy dominante mas sin embargo se encontraron mazorcas con características de la combinación de dos o más razas lo que hace muy interesante este material ya que le da características muy favorables como la buena cobertura de la punta de la mazorca, Granos grandes, granos de color blanco semicristalino lo que da un buen peso a la hora de venderlo. Fue comun tambien observar que muchas mazorcas presentaban la fusión de dos o más razas, aunque con mayor dominancia fue el Tuxpeño



Vandeño con Zapalote



Vandeño con Cónico y Zapalote



La selección masal realizada en este segundo ciclo en la población se fundamenta principalmente en seleccionar plantas de 2.50 metros de altura, altura de mazorca de 1.50m, Cobertura de mazorca, resistencia a acame, mazorcas de 20 a 25cm de longitud con 14 carreras y de 30 a más granos.

La semilla cosechada y seleccionadas en este segundo ciclo fue la que se utilizó para realizar la selección masal estratificada en gran escala la cual se describe la metodología a continuación.

#### 1) PRIMERA SIEMBRA PARA REALIZAR EL ENSAYO DE SELECCION MASAL ESTRATIFICADA

La siembra se realizó manualmente con chuzo dando una distancia entre surco de 0.90m y 0.40m entre posturas depositando dos semillas por golpe. Antes de realizar la siembra un día antes fue necesario hacer un riego al suelo ya que para el 21 y 22 de marzo del 2013 (Fecha de siembra) aun no había iniciado la época lluviosa, la siembra se realizó teniendo el cuidado de que no hubiera otros cultivos de maíz al rededor y si las habían se tomó la precaución de que estos tuvieran una diferencia de edad entre 15 a 20 días ya sea antes o después de la siembra de la variedad a mejorar.

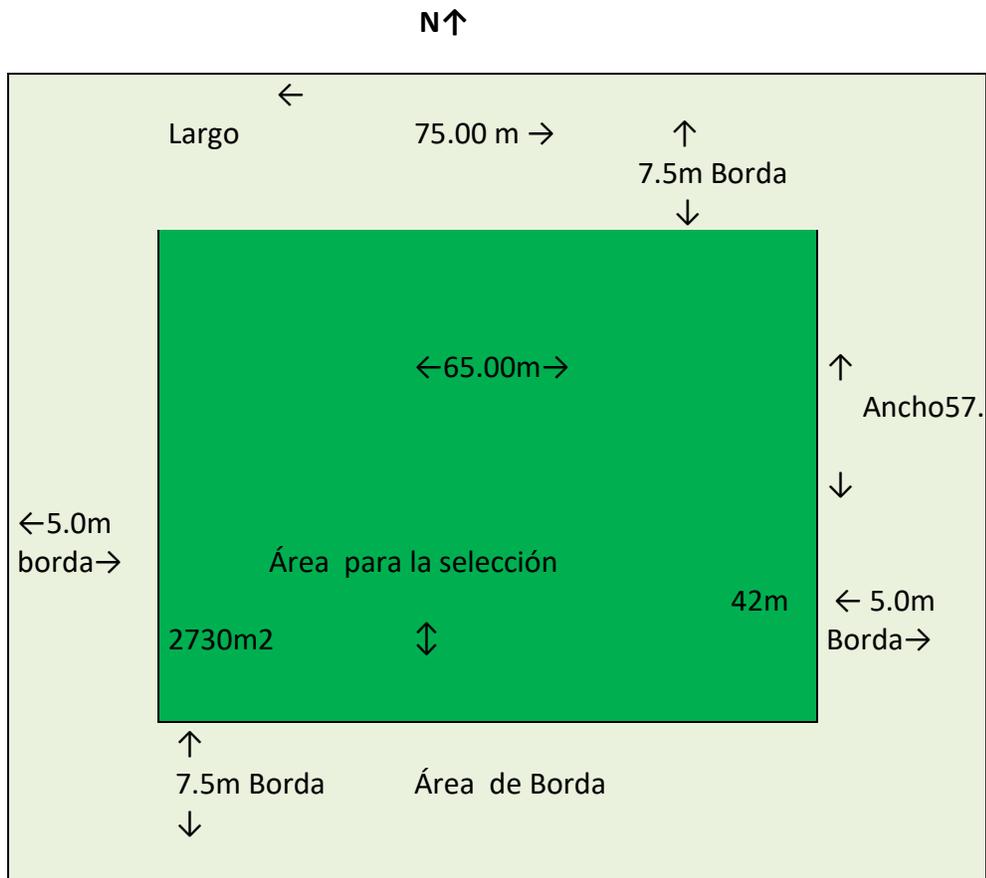
El 10 de septiembre del 2013 se realizó una segunda siembra con el material obtenido de la siembra anterior. Cultivándose a surcos distanciados a 0.80 metros y 0.45 metros entre posturas en la cual se depositaron dos semillas, haciendo un promedio de 11,516 plantas para someterlas a selección. Para ello se utilizó un área total de 2073 metros cuadrados.

##### 1.1) DISEÑO DE LA PARCELA PARA LA SELECCION MASAL

La parcela experimental tenía un área de 4,275 metros cuadrados. Los surcos se orientaron de norte a sur a lo ancho del terreno el cual tenían una longitud de 57 metros. El largo del terreno era de 75.00 metros. De norte a Sur se dejaron bordas protectoras de 7.50 metros y de este a oeste 5.00 metros.

El área útil o zona de selección de plantas tenía las dimensiones siguientes: 65.00m de largo y 42.00m de ancho (2,730m<sup>2</sup>) área que abrigó un promedio de 15,167 plantas. Ver fig.#1

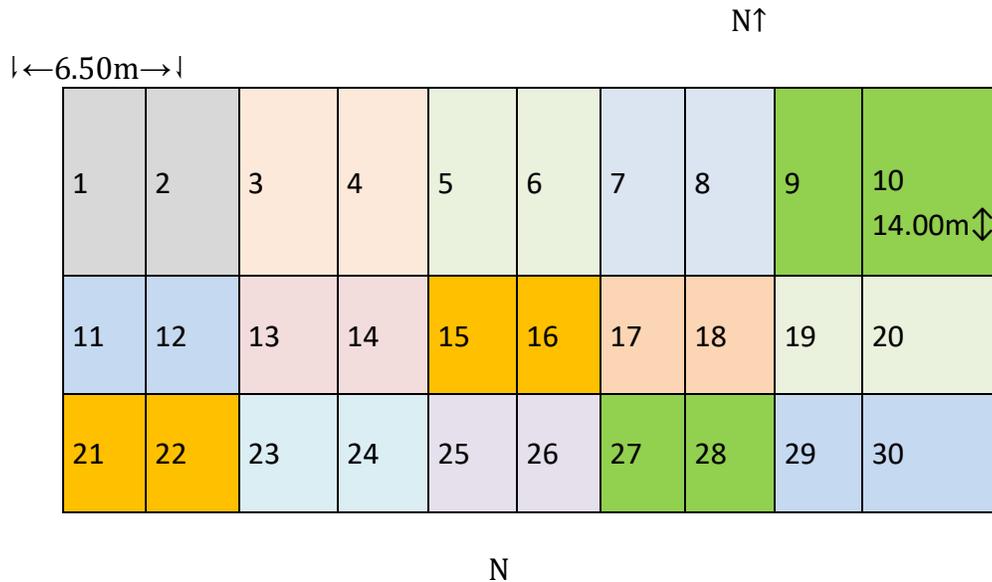
Fig.# Diseño de parcela



### 1) DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS DENTRO DEL AREA DE SELECCION

La parcela de selección (Área Útil) se va a dividir en 30 subparcelas con dimensiones de 14.00m de largo por 6.500m de ancho (91.0m<sup>2</sup>) dentro de los cuales se sembrara el material a limpiar y a mejorar. Cada subparcela tendrá siete surcos de 14.00m de largo; en cada surco se alojaran 35 posturas distantes a 0.40m entre si colocando dos semillas en cada una, haciendo un subtotal de 70 plantas por surco y un total de 490 plantas por subparcelas para un gran total de 14,700 plantas dentro del área útil. Ver Fig. #2

Fig. #2. Distribución de las subparcelas dentro del área de selección



De cada subparcela se van a seleccionar de 24 a 30 plantas lo que representa una población de 720 a 900 plantas (+/- 5%) que tengan o reúnan características fenotípicas deseables, las que se identificaran con cintas o pitas de color y las no deseables se le eliminarán las flores masculinas (Emasculación) actividad que se realizara antes de la madurez y apertura de la antera.

FERTILIZACION: La fertilización se realizo en base a 165 libras de nitrógeno por manzana y debido a que los suelos de la ENA están altos en fosforo y potasio no se utilizo formulas completas.

Las fuentes nitrogenadas usadas son: Sulfato de amonio, urea y nitrato de amonio.

La primera fertilización se realizo el 03/04/13 y 04/03/13 aplicando 220 libras de sulfato de amonio 55 libras de nitrógeno por aplicación.

El 17 abril/13 se inicio la segunda fertilización a base de 113 Kg de nitrato de amonio y se aprovecho de realizar un aporco. 38kg de N/mz

La tercera fertilizacion se realizo el 4 de mayo/2013 y para ello se utilizo la fuente de nitrato de amonio. 46Lb de N/mz

Las siembras se realizaron teniendo el cuidado de que no existieran otras siembras al rededor y si las hubiesen se tendrá la precaución de realizarse con 15 a 20 días de diferencia ya sea antes o después.

#### PRIMERA SIEMBRA (Primer ciclo)

A) 20 y 21 de marzo/2013 la Variedad planta baja

#### SEGUNDA SIEMBRA (Segundo ciclo)

B) 10 de septiembre/2013

En enero 2014 se repetirá nuevamente las parcelas y la semilla obtenida servirá para realizar tres parcelas demostrativas educativas para la producción ya sea de elote o grano.

#### MANEJO AGRONOMICO.

FERTILIZACION: La fertilización se realizo en base a 165 libras de nitrógeno por manzana y debido a que los suelos de la ENA están altos en fosforo y potasio no se utilizo formulas completas.

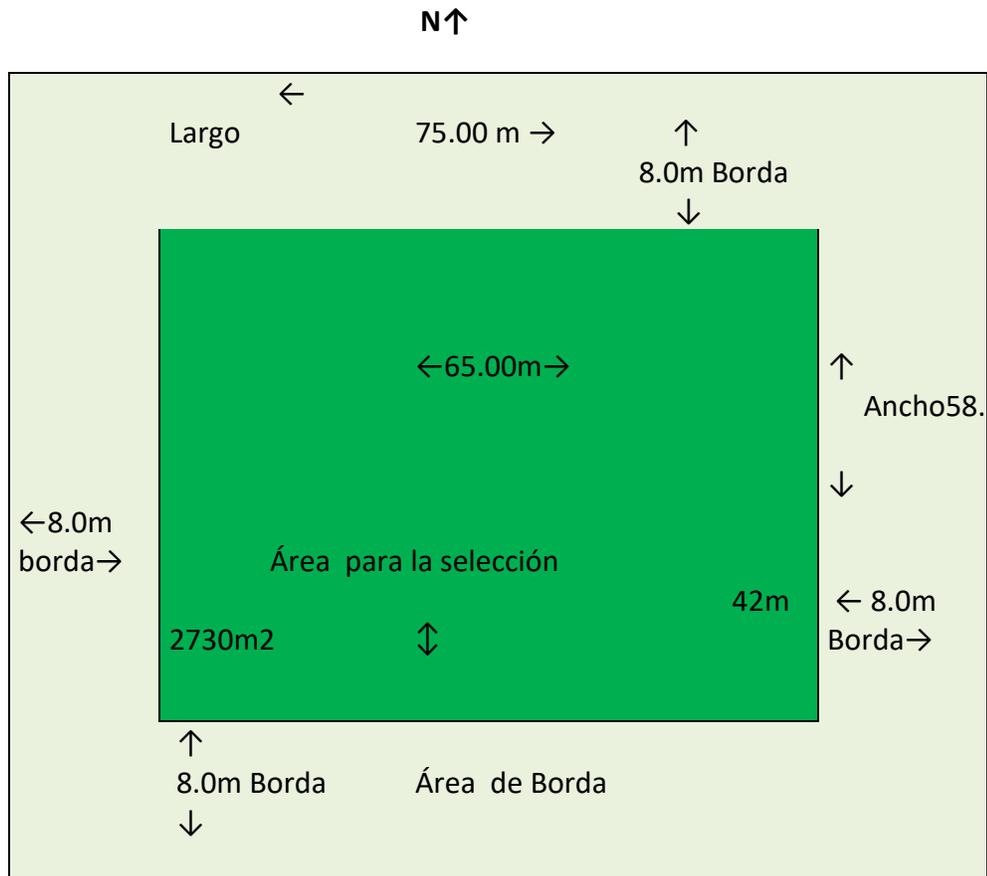
Las fuentes nitrogenadas usadas son: Sufato de amonio, urea y nitrato de amonio.

La primera fertilizacion se realizo el 03/04/13 y 04/03/13 aplicando 120 libras de sulfato de amonio 55 libras de nitrógeno por aplicación.

#### 2) DISEÑO DE LA PARCELA

La parcela experimental tendrá un área de 4,275 metros cuadrados. Los surcos se orientaron de norte a sur y deberán de tener una longitud de 57 metros . Lo largo del terreno será de 75.00 metros. El área útil o zona de selección de semilla tendrá las dimensiones siguientes: 65.00m de largo y 42.00m de ancho (2,730m<sup>2</sup>) Ver fig.#1

Fig.# Diseño de parcela



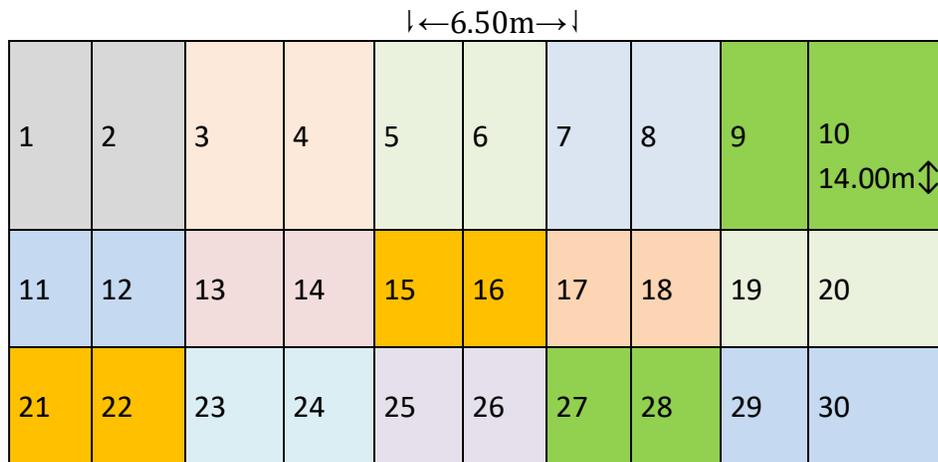
### 3) DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS DENTRO DEL AREA DE SELECCION

La parcela de selección (Área Útil) se va a dividir en 30 subparcelas con dimensiones de 14.00m de largo por 6.500m de ancho (25.00m<sup>2</sup>) dentro de los cuales se sembrara el material a limpiar y a mejorar. Cada subparcela tendrá siete surcos de 14.00m de largo; en cada surco se alojaran 35 posturas distantes a 0.40m entre si colocando dos semillas en

cada una, haciendo un subtotal de 70 plantas por surco y un total de 490 plantas por subparcelas para un gran total de 14,700 plantas dentro del area util

Ver Fig. #2

Fig.#2. Distribución de las subparcelas dentro del área de selección



N

De cada subparcela se van a seleccionar de 24 a 30 plantas lo que representa una población de 720 a 900 plantas (+/- 5%) que tengan o reúnan características deseables, las que se identificaran con cintas o pitas de color y las no deseables se le eliminaran las flores masculinas actividad que se realizara antes de la madurez y apertura de la antera.

#### 4) ELIMINACION DE PLANTAS INDESEABLES

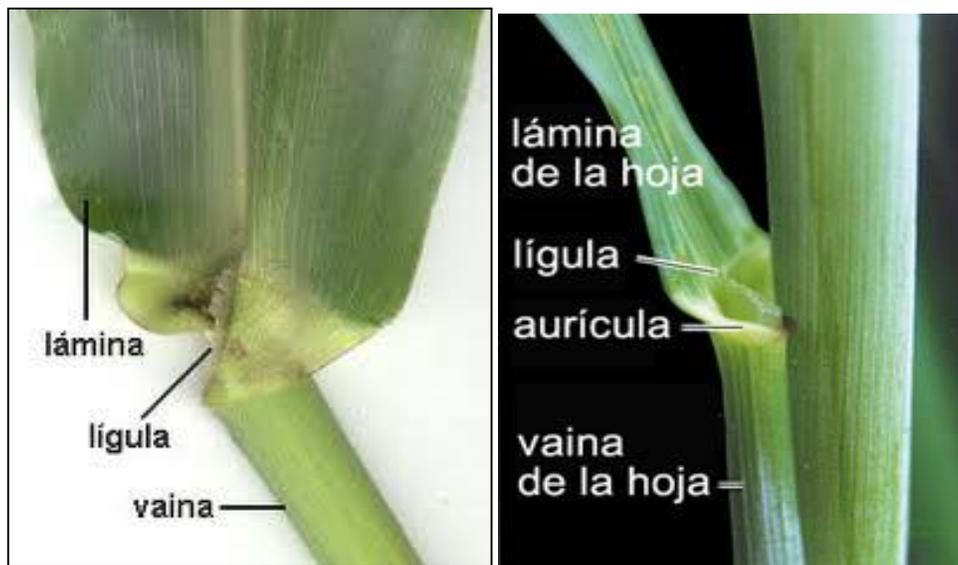
El 25 de abril del 2013 se inicio a eliminar plantas indeseables y apartir de esa fecha se continuo constantemente eliminando aquellas plantas que presentaron las siguientes características:

- a. Deformes
- b. Plan enfermas y con daños por insectos
- c. Amacolladas
- d. Débiles o raquítics



## b) SELECCIÓN DE PLANTAS CON CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

Al iniciar la fase V9 y hasta la formación de la espiga (Fase VT) se realizó el proceso de selección de plantas y se observó que dentro de la población existían dos características bien definidas en las plantas; una de estas características es que en un alto porcentaje de la población las plantas presentan tallos y vainas con aurículas de color púrpura especialmente en las primeras 5 a 6 hojas. Otras plantas sus aurículas eran totalmente verde.





Todas aquellas plantas que presentaron estas características se identificaron amarrandoles una pita de nylon de color negro. Al llegar la formación de elote se observaron dichas plantas y se logró determinar que aquellas plantas que presentan ligulas rojas son de la raza tuxpeño y presentaron altura de planta alrededor de 2.80m y una altura de mazorca entre los 1.90m. a 2.00m.



Al llegar la formación de la panícula o flor masculina (06/05/13) y antes de la formación de polen, se seleccionaron aquellas plantas que no las reunían características fenotípicas especialmente de altura y para el 7 de mayo del 2013 se inició la eliminación de las flores masculinas (Emasculación) antes que sus anteras maduraran y comenzaran a la producción de polen. La forma de eliminar a la flor fueron dos: La primera cortando con tijera de podar el raquis o base de la flor y la segunda forma fue solo despijando manualmente.



La emasculación se realizó hasta el 20 de mayo y se suspendió cuando las anteras comenzaron a producir y a tirar polen, la razón por la cual se suspendió es que el polen produce alergia y también para evitar mover las plantas para que no voten el polen.

Al llegar la formación de elote se inicio el proceso de seleccion de plantas la cual se describen a continuacion:

- a. **Altura de la planta:** Se tomaron como idoneas plantas con una altura no mayor de 2.50metros de altura. Asi mismo plantas menores de 1.80m no se seleccionaran.
- b. **Altura de mazorca:** Las plantas que presentaron las mazorcas cerca de la flor masculina (Arriba de 1.80m) no se tomaran para semilla lo mismo con aquellas plantas con altura de mazorca abajo de 1.00 metros. Las plantas ideales son las que oscilan entre 1.60m a 1.50m. La seleccion se inicio el 20 de mayo i finalizo el 31 de mayo.



- c. **Resistencia al Acame.** Aunque durante todo el desarrollo del cultivo se fueron eliminando aquellas plantas que presentaron acame en la etapa R3 y R4 es donde más se observo la caída de las plantas, causa debida al peso del elote y a los fuertes vientos. Durante esta etapa fue donde se hizo fácil identificar plantas con buena altura de mazorca y de planta así como las con resistencia al acame.



- d. **Vigor de planta o capacidad de competencia:** Se consideraron únicamente aquellas plantas vigorosas que se han de desarrollado normalmente aun con competencia de otras aledañas o de la misma posturas

Para identificar las plantas se utilizo pita Nylon de color amarillo para plantas de fenotipo: Planta pequeña (2.50m) y altura de mazorca de 1.50 a 1.70m. Las plantas

que tenían una altura mayor de 2.5 a 2.70 m pero con altura de mazorca de 1.50 a 1.70 se les identifico con pita color rojo.



- e. Rendimiento: El rendimiento estará determinado por el numero de mazorca por planta, tamaño de la mazorca, grosor de la mazorca, numero de hileras, numero de grano por hilera o carrera, peso de los granos (100 granos)
  
- f. Sanidad: No podrán seleccionarse aquellas plantas que fueron fuertemente atacadas por plagas (*Spodoptera exigua*, *Heliothis zea*, *Phyllachora maydis*, y otras)

### Lígula

\*La lígula es un apéndice membranoso ubicado en la línea que une la hoja con la vaina, en la familia de las gramíneas.

\***Aurícula.**- En botánica, la aurícula es el lóbulo foliáceo situado en la base del limbo de la hoja, junto al peciolo; normalmente es de un tamaño pequeño, que por su forma, recuerda a una orejita. Un órgano que lleva aurícula se dice auriculado.

### c) COSECHA Y SELECCIÓN DE MAZORCAS

Durante la semana comprendida entre el 18 al 21 de junio del 2013 se inicio a tapiscar las mazorcas cosechando únicamente aquellas que fueron identificadas con pitas o. Las mazorcas colectadas se clasificaron eliminando todas aquellas que presenten las siguientes características:

- a. Podridas o enfermas
- b. Con menos de 12 hileras
- c. Punta desnuda
- d. Pequeñas.

Dedibo a que semanas antes se hubo presencia de Huranes y lluvias torrenciales lo que provico la caída total del cultivo hibo mucha pérdida de mazorcas seleccionadas ya sea porque no se observaron o por que sufrieron pudricion y germinacion por encontrarse en contacto con suelo y agua.

### d) SELECCIÓN DE SEMILLAS

Una vez seleccionada y secadas las mejores mazorcas 12% de humedad, se perseguirá al desgrane eliminando las semillas de la base de la punta de la mazorca dejando únicamente las semillas de la zona central. Si en encontráramos un semillas deformes o dañadas también serán eliminadas.

### e) TRATAMIENTO O PROTECCION DE SEMILLA

Las semillas seleccionadas se les dará un tratamiento químico para protegerlas de los gorgojos (*Sitophilus zeamais*)

- f) ALMACENAMIENTO. Posteriormente de haber tratado la semilla, se empacará en bolsas de papel manila sellándolas herméticamente y se almacenarán en bodega por un periodo corto de tiempo (3 meses) para luego volverse a sembrar.
- g) REPETICION DE LAS SIEMBRAS. Las siembras se repetirán dos veces al año repitiéndose repitiendo la siembra hasta llegar entre 6 a 8 ciclos hasta tener una material sano y mejorado. La semilla obtenida podrá ser utilizada por los técnicos de fitotecnia para producción de grano o por estudiantes para sus ensayos de investigación. También podrán servir como líneas puras de las cuales pueden utilizarse para la formación de híbridos de cruza simple o doble.

## RESULTADOS ESPERADOS

- 1) Es necesario mencionar que la semilla obtenida en este proceso estará adaptada a las zonas aledañas o cercanas de donde se realice el mejoramiento, no debe pensarse que se adaptará en cualquier zona de El Salvador para ello se deben hacer trabajos similares en aquellos lugares donde se use semilla criolla y que tengan interés de mejorar sus materiales.
- 2) Se puede tener un alza en el rendimiento del 3 al 10% en cada ciclo, siempre y cuando se realice paso a paso este método de selección.
- 3) Perfeccionando y manejando bien este método la ENA, así como los productores se convertirán en los mejoradores y productores de su propia semilla.
- 4) Al finalizar el 2013 se tendrán al menos 150 alumnos de la ENA capacitados en el mejoramiento artesanal de semillas criollas quienes podrán contribuir a impulsar el Plan de Agricultura Familiar PAF que ejecuta el gobierno central por medio del Ministerio de Agricultura Y Ganadería MAG.
- 5) Por medio de la proyección social los alumnos podrán capacitar con esta técnica a productores y productoras de aquellas zonas donde utilizan materiales criollos y para mejorar sus rendimientos.
- 6) Mantener vivos los materiales fitogenéticos del país.
- 7) Participación en eventos de intercambio de semilla criollas













PRESUPUESTO PARA PROYECTO DE SANEAMIENTO Y MEJORAMIENTO DE MAICES CRIOLLOS

UNIDAD DE INVESTIGACION ENA AÑO 2013

MATERIALES	CANTIDAD	UNIT	TOTAL	PROCEDENCIA
SEMILLA	100 LIBRAS	1.50	150.00	FG
				FP
PINTURA AGUA ROJA	1 GAL	10.00	10.00	
		1		FP
PINTURA AGUA VERDE	1 GAL	10.00	10.00	
		00101		FP
PINTURA AGUA	1GAL	10.00	10.00	

BLANCA				FP
BRACHAS DE 2 PULGADA	2	1.50	3.00	FP
PINCELES	4.	1.00	4.00	FP
LAMINA GALVANIZADA	3	10.00	30.00	FP
DIESEL	10 GAL	5.00	50.00	GOES
TONNER COLOR EPSON	2	30.00	60.00	GOES
RESMAS PAPEL BOND	1	6.00	6.00	GOES
TRATADOR DE SEMILLA	2	15.00	30.00	FP
FERTILIZANTE FOLIAR	4 LITROS	10.00	40.00	FP
FERTILIZANTE T-15	4 SACOS 100KG	50.00	200.00	FP
FERTILIZANTE UREA				FP

	4 BOLSAS	35.00	140.00	
FERTILIZANTE SULFATO AMONIO	4 SACOS 100KG	40.00	160.00	FP
ADHERENTES	2 LTS	5.00	10.00	FP
TACHUELAS	2 LIBRAS	2.50	5.00	FP
CINTA METRICA PLAST. DE 50 MTS	1	30.00	30.00	FP
INVESTIGADOR	1	5,218. 00	5,218.00	GOES
SUBTOTAL			6,166.00	
Imprevisto 5%			308.00	
TOTAL			\$6,474.00	GOES Y FP

CUADRO DE CARACTERISTICAS DE LAS VARIEDADES BASES EN EL CICLO I.

Variedad	Fecha de siembra	Altura de planta (mt.)	Altura de mazorca (mt.)	Días aparición de flor masculina	Días aparición de flor femenina	Numero de entrenudos	Numero de hojas	Días a Elote	Longitud de mazorca (mt.)	Numero de hileras	Granos por Hilera	Color de grano
<b>Sangre de Cristo</b>	<b>Agosto/12</b>	<b>3.10</b>	<b>2.00</b>	50	60	10	18	90	18	12	30	Blanco Amarillo Rojo Negro
<b>Santa Rosa</b>	<b>Sept/12</b>	<b>2.50</b>	<b>1.25</b>	55	62	8	16	80	22	16	35	Blanco
Planta Baja	Sept./12	2.75	1.60	55	62	9	16	80	20	12 A 14	30	Blanco

CARACTERISTICAS FENOTIPICAS DE LA VARIEDAD PLANTA BAJA EN EL CICLO II

MAIZ PLANTA BAJA SIEMBRA 12 DIC/2012				
CARACTERISTICAS	PBL1	PBL2	PBL3	PBL4
Altura de planta (mt)	1.93			
Num hojas	16			
Longitud entrenudos (mt)				
Longitud de hojas Centrales(mt)				
Altura mazorca	1.14			
Longitud Elote	0.30			
Longitud Mazorca	0.25			
Diametro olote				
Cobertura punta				
Color planta	Verde/Morado			
Tuzas/Mazorca				
Color tuza	MORADA			
Num Hileras	12 a 14			
granos/hilera	38 a 44			
Peso 100 granos 13%H°				
Forma de grano	Dentado			
Color de grano	Blanco			

