



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS, DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Descripción de la Variación Morfológica de los
Maíces de las partes Oriental del Estado de
México y de la Central del Estado de Puebla

TESIS PROFESIONAL

Que para optar al título de

B I O L O G O

presenta el alumno

ALBERTO RAMOS RODRIGUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres y hermanos

A mis maestros y compañeros
A la memoria de mis amigos:
Wifredo Bosch Sosa
y
Juan A. Cruz Cordero.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo fue elaborado con el imprescindible apoyo material de la Rama de Botánica del Colegio de Postgraduados de la E. N. A., Chapingo, dirigida por el Dr. Josué-Kohashi S., a quien expreso mi agradecimiento.

En forma muy especial he de destacar la labor del Ing. Efraím Hernández X., bajo cuya dirección se realizó esta tesis. Su papel queda reflejado en parte en el trabajo presentado. Sin embargo, considero de mucho mayor valor su constante preocupación en la preparación científica de sus alumnos, sin escatimar tiempo ni esfuerzos personales. Para conseguirlo, reúne tres cualidades inseparables en un buen profesor: capacidad de plantear con claridad los problemas suscitados, destacando los errores cometidos; capacidad de motivar según el interés demostrado y el hecho de crear en la mente del individuo la impresión de que siempre falta algo por conocer o revisar, aunando siempre la frase de alienato.

El Dr. José Sarukhán K. y el M. en C. Francisco González M. hicieron una revisión tan acertada que hubo que revisar aspectos tanto básicos como de detalle para la mejor comprensión y exposición del tema.

Los colaboradores del Proyecto Puebla suministraron gran parte del material analizado. Se contó también con la ayuda del banco de germoplasma de maíz del I.N.I.A.

Deseo también expresar mi agradecimiento al Ing. Gabriel Vega Z. por haber facilitado reproducciones de algunas colectas originales. El Ing. Rafael Ortega P. hizo sugerencias

III

•
cias acertadas que permitieron mejor entendimiento de algunos puntos.

Por último, deseo mostrar mi agradecimiento a todas - aquellas personas que de una forma indirecta, pero no menos importante, hicieron posible la realización de este trabajo.

TABLA DEL CONTENIDO

1.- INTRODUCCION	PAG.
2.- OBJETIVOS	
3.- REVISION BIBLIOGRAFICA.	
3.1. <u>Mecanismos evolutivos.</u>	
3.2. <u>Los estudios biosistemáticos.</u>	
3.2.1. Bases para los estudios biosistemáticos.	
3.2.2. Técnicas para el estudio de la variación morfológica como consecuencia de hibridación.	
3.2.3. Métodos utilizados para conocer - los progenitores en poblaciones híbridas; métodos de cotejo.	
3.2.4. Métodos utilizados para inferir la antigüedad de las razas de maíz.	
3.2.5. Aportación de la información etnobotánica.	
3.2.6. Metodología de muestreo en el campo.	
3.3. <u>Estudios biosistemáticos de maíz en la región estudiada.</u>	
3.4. <u>Origen y Filogenia.</u>	
3.5. <u>Análisis de la revisión bibliográfica.</u>	

4.- MATERIALES Y METODOLOGIA.

4.1. Materiales utilizados.

4.2. Metodología de muestreo.

4.3. Bases para definir la metodología que permita el estudio de la variación morfológica - de los maíces comprendidos.

4.4. Métodos utilizados.

4.4.1. Introducción.

4.4.2. Características utilizadas.

4.4.3. Elaboración de gráficas.

5.- RESULTADOS.

5.1. Interpretación de las gráficas obtenidas.

5.2. Evaluación de la representación gráfica.

5.3. Papel del hombre en la selección bajo do - mesticación.

5.4. Evaluación de resultados.

6.- DISCUSION.

7.- CONCLUSIONES.

8.- RESUMEN.

9.- BIBLIOGRAFIA CITADA.

10.- APENDICE.

1.- INTRODUCCION .

El establecimiento de la agricultura permitió al hombre asegurarse regularmente los productos más necesarios para su subsistencia. En la actualidad se sugieren dos tipos-principales de agricultura primitiva: uno con base en especies perennes, con órganos vegetativos de almacenamiento en las regiones cálido-húmedas, y otro con base en especies —anuales, con producción de semilla, en las regiones con período de precipitación pluvial bien definido más o menos —corto (Harris, 1969). Los tipos de plantas comprendidas poseen gran capacidad de propagación, son capaces de rendir —una cosecha abundante año tras año y reúnen en los propégulos y semillas gran cantidad de subsistencias alimenticias—aprovechables por el hombre.

Al intervenir en los mecanismos evolutivos, el hombre ha modificado las plantas de cultivo en su estructura,—sus patrones de variabilidad genética, su distribución y —su capacidad de prosperar por sí mismas. En algunos casos,—como el maíz, el hombre ha modificado la planta a tal grado que ya no es capaz de prosperar en forma espontánea.

A través de la selección artificial, el hombre ha liberado parcialmente a las plantas de las presiones competitivas del medio biótico en el sistema agrícola, las ha adaptado a múltiples condiciones ecológicas y ha conservado mutaciones y recombinaciones que probablemente no hubieran —subsistido bajo selección natural. Esto ha dado por resultado que el maíz pueda cultivarse en América desde las latitudes 50° N hasta 40° S; desde el nivel del mar hasta 3900—metros de altitud; en climas cálido-húmedos, templado-húmedo

dos y semiáridos y en muchos tipos de suelo.

Para comprender la variación de las plantas cultivadas hay que considerar que las comunidades humanas han estado aisladas durante ciertos períodos, han establecido contactos variables en intensidad y duración en otros períodos y se han desarrollado en medios diferentes. Estas condiciones han favorecido gran diversidad de culturas, cada una — con gran riqueza de experiencias con relación a la adapta — ción edáfica y climatológica, la competencia intraespecífica, los períodos de crecimiento vegetativo, la capacidad — productiva, la producción concordante con necesidades humanas específicas, etc.

Estas consideraciones han conducido al reconocimiento de que el agricultor posee información empírica acerca — de los métodos de selección, comportamiento y manejo de los cultivares que conviene conocer para incrementar la produc — tividad de los ecosistemas agrícolas.

En la actualidad, los fitomejoradores y genetistas han establecido estudios tendentes a profundizar el conocimiento de todos los factores que intervienen en la productividad, tales como eficiencia fotosintética, eficiencia en la translocación de sustancias útiles al hombre, efecto de la competencia interespecífica, resistencia a plagas y enfermedades, etc. También se han fomentado los trabajos que tienen como meta la recolección, conservación y estudio de las — fuentes de plasma germinal que poseen los campesinos. La importancia de conservar los recursos genéticos deriva de:

a).— La necesidad de mejorar las plantas de cultivo;

b).- Del hecho de que las estirpes mejoradas se han formado con una base genética más estrecha que sus antecesores, necesitando a la larga el reemplazamiento de caracteres particulares de cuando en cuando (Whyte, 1958);

c).- De que las variedades criollas son de importancia para estudiar la evolución bajo domesticación.

Para estudiar el origen y evolución de las plantas cultivadas se necesita la participación de diferentes disciplinas científicas. Un esquema sugerido es el siguiente: (1)

Evidencias aportadas por las plantas: biosistemática, morfología, citología, ecología, distribución, química, etc.

Evidencias humanas: etnobotánica, lingüística, historia, arte y literatura, arqueología, antropología.

Otras evidencias: geología, paleoclimatología, hidrología, etc.

En síntesis; el reunir el conocimiento empírico acerca de la variación, adaptación y dinámica de las poblaciones de importancia agrícola; el conocer las modificaciones de las plantas bajo cultivo, y el conservar los recursos genéticos permiten entender el fenómeno de evolución bajo domesticación y apuntar mecanismos para aumentar la productividad agrícola.

(1)

Tomado del programa del IDRC (International Development Research Center) y de la conferencia sobre revisión del

2.- OBJETIVOS .

El presente estudio, basado en un análisis biosistémico preliminar, tiene los siguientes objetivos:

1.- Describir la variación morfológica existente en la actualidad en los maíces de la parte central del estado de Puebla y la oriental del estado de México.

2.- A partir de esta descripción, plantear las posibles relaciones filogenéticas entre las poblaciones encontradas.

3.- Plantear la problemática de las categorías taxonómicas en las poblaciones bajo estudio.

4.- Señalar algunos de los factores comprendidos en la selección bajo domesticación de los maíces estudiados.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA.

3.1. Mecanismos evolutivos.- Los factores genéticos que modifican el equilibrio génico y las frecuencias génicas según Sinnot, et al. (1961), son: mutaciones, selección, deriva genética y migración diferencial.

1) Mutaciones.

Según el estado actual de los conocimientos en genética, las mutaciones son el único suministro de "materias primas" a partir de las cuales los mecanismos evolutivos deter

programa de Manihot, organizada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical; enero 10-12, 1972. Cali, Colombia.

minan la evolución orgánica.

En el caso del maíz se han identificado numerosas — mutaciones, siendo de interés para este estudio las realcionadas con textura y color del grano (Neuffer, et al., 1968).

2) Selección.

La perpetuación diferencial de genes de una generación o otra constituye la selección. El proceso de mutación continuamente origina mutantes, algunos de los cuales son perjudiciales para el organismo, aunque incluso algunos de estos pueden persistir en el conjunto genético de la población durante determinado lapso. La acumulación de estos mutantes es contrarrestada por la selección. La selección natural — mantiene las variantes mejor adaptadas a las condiciones del ambiente. La selección artificial es un proceso similar a la selección natural, excepto que las variantes que persisten — son las escogidas y favorecidas por el hombre.

La intervención del hombre en la evolución del maíz — se refleja en la existencia de doscientas noventa razas en América, concordando este hecho con la importancia de este cereal como alimento básico de las culturas en esta región.

El hombre ha favorecido el mantenimiento de muchas — variantes en los caracteres vegetativos, reproductivos y — fisiológicos.

3) Deriva genética al azar en las poblaciones pequeñas.

Las poblaciones nunca estarán libres de selección. — Sin embargo, para la comprensión de los mecanismos genéticos

que pueden intervenir en la evolución, se infiere que las poblaciones, aún en ausencia de otras fuerzas que perturban el equilibrio génico y modifican las frecuencias génicas (mutaciones, selección y migración diferencial), presentan variaciones en las mismas de generación en generación, por ser finitas. Las variaciones en las frecuencias génicas, que se originan a causa de los errores de muestreo en las poblaciones finitas, se conocen como deriva genética (Sinnot, et al. 1961).

Como consecuencia de la intervención humana en el aislamiento físico y reproductivo de las poblaciones y en la selección artificial, este fenómeno ha ejercido influencia sobre la diferenciación de razas y variantes infrarrazales en el maíz.

4) Migración diferencial.

Migración diferencial es el desplazamiento constante de ciertos individuos genéticamente diferentes, dando como consecuencia hibridaciones que pueden aumentar o disminuir las frecuencias de algunos alelos en el conjunto genético de la población.

El intercambio cultural entre poblaciones humanas a través del tiempo ha puesto en contacto variantes que, al hibridarse, han contribuido al desarrollo evolutivo del maíz. La hibridación puede haber ocurrido tanto entre tipos de maíz como entre tipos de maíz y teocintle (Zea mexicana (Schrad) Kuntze). Estas hibridaciones, según Wellhausen, et al. (1961) condujeron al incremento en la variabilidad genética del maíz y permitieron al hombre seleccionar nuevas recombinaciones que por aislamiento se estabilizaron. Al

volver a combinarse con otras aparecen nuevas recombinaciones. Este mecanismo, a través de muchas generaciones, permitió al hombre ejercer una amplia selección de características deseables del gran número de variantes formadas.

En síntesis; la importancia del papel desempeñado por las mutaciones, selección natural y artificial, deriva genética y migración diferencial, además de la existencia de heterosis, duración del vigor híbrido durante varias generaciones y la influencia de congéneres, han llevado a los autores de "Razas de maíz en México" (Wellhausen *et al.*, 1951, p. 21) a la conclusión de que el maíz es una planta que, con el tiempo, prácticamente se "mejora sola".

3.2. Los estudios biosistemáticos.

3.2.1. Bases para los estudios biosistemáticos.- La biosistemática es una variante metodológica de la taxonomía; enfocada al intento de definir, por medio del estudio de poblaciones vivas, "las unidades bióticas naturales y aplicar a estas unidades un sistema de nomenclatura que transfiera la información precisa acerca de sus límites definidos, interrelaciones, variabilidad y estructura dinámica". (Camp y Gilly, 1943, p. 327). La biosistemática basa sus conclusiones en la conjugación de conocimientos de la genética, la citogenética, la bioestadística, la ecología, la paleontología, la arqueología, la antropología y la inmunología (Lawrence, 1964).

Podría decirse que la Taxonomía es la ciencia de la clasificación. El problema de la clasificación vegetal no es la identificación de plantas conforme a un sistema establecido, sino la creación o revisión de los propios sistemas taxonómicos (Benson, 1962 p.3). Pueden definirse cinco perío

tos de evolución en la taxonomía (Lawrence, 1964): —
 1) descripciones sin sistemas taxonómicos; 2) desarrollo de los sistemas artificiales y naturales; 3) sistema a la luz de la evolución; 4) el período que comenzó con la detección de la especiación por adición de genomas, y 5) el que comenzó con la detección de las bases génicas de las barreras entre especies. La biosistemática se encuentra en las últimas dos fases de desarrollo taxonómico.

Para los estudios biosistemáticos en el maíz se considera que las variaciones existentes a nivel infraespecífico pueden estudiarse partiendo del concepto de raza.

A partir del conocimiento de las principales fuerzas que modifican el equilibrio génico, los genetistas han establecido el concepto de raza como base para estudiar los mecanismos de especiación. Según Sinnot et al. (1961, p. 356), "en los organismos que se reproducen sexualmente y por fecundación cruzada, las razas son poblaciones mendelianas que difieren en las frecuencias relativas de — — — — — los genes o de las estructuras cromosómicas". En Zoología y en Botánica sistemáticas, sólo se consideran razas y reciben nombres latinos (Mayr, 1942, p. 107) las poblaciones que son bastantes diferentes para que por lo menos 80% de sus individuos puedan clasificarse como pertenecientes a una población o a otra.

Los factores genético-evolutivos mencionados con anterioridad, (inciso 3.1.), "generalmente actúan juntos en combinaciones diversas... Dependiendo de su eficiencia, el efecto evolutivo puede llegar a ser diferente". (Rensch, 1954, p. 15). "A juzgar por los efectos manifiestos de los diferentes factores evolutivos y sus combinaciones, puede decirse que no podemos esperar encontrar un modo universal de evolución infraespecífica" (ditto, p. 16). Para determi-

nar los tipos de razas que pueden encontrarse en la naturaleza, los genetistas enfrentaron el problema de determinar los factores genéticos más sobresalientes en la formación de razas. Al respecto, Rensch (1954, p. 16) menciona que sólo la mutación (génica, cromosómica, genómica, plasmónica o plastidial, particularmente la primera: ditto, p. 3) y el aislamiento (espacial, sexual o genético) son estrictamente necesarios. Como es escaso el conocimiento de los tipos especiales de mutación efectivos para la diferenciación en razas, se han distinguido seis tipos de razas, atendiendo a los tipos de aislamiento (ditto, p. 16): 1) razas históricas, resguardadas de la panmixia por su sucesión temporal; 2) razas geográficas, en áreas más o menos discretas; 3) razas ecológicas que, viviendo en la misma área geográfica, se encuentran separadas por lo menos durante la estación reproductora; 4) razas separadas por mecanismos fisiológicos que afectan las actividades sexuales; 5) razas genéticas, que no serán viables o no producirán híbridos fértiles; 6) razas híbridas, resultado del contacto secundario de razas anteriormente aisladas (desde el punto de vista geográfico, por lo general).

Debido a que las poblaciones de reproducción sexual y fertilización cruzada pueden presentar dos o más alelos de muchos genes, lo que implica mayor variación de individuo a individuo (Sinnott, et al., 1961, p. 343), se sugiere que en poblaciones de este tipo el aislamiento geográfico sea el mecanismo de aislamiento más efectivo para la formación de razas. Por tanto, las razas de poblaciones panmícticas serán generalmente razas geográficas, o subespecies (ditto, p. 357). Estos autores mencionan que hay excepciones a la regla de la separación geográfica de las razas; las razas humanas son una de ellas, y las razas de maíz otra.

Como para organizar las poblaciones en taxa es necesario: 1) determinar el grado de diferenciación (o sea, el número de caracteres que determinan el taxa y 2) determinar el grado de aislamiento de cada taxon con relación a las formas más relacionadas (para lo cual es importante conocer la estabilidad genética de las poblaciones), (Benson, 1962, p. 129), para identificar subespecies en *Zea mays* habría que encontrar mecanismos de aislamiento genético suficientemente constantes en un número significativo de poblaciones de raza; geográficamente aisladas. Esta posibilidad parece ser bastante remota, porque las constantes hibridaciones a que ha estado sujeto el maíz sugiere más factible encontrar, en todo caso, poblaciones más o menos reproductivamente aisladas por mecanismos genéticos o fisiológicos.

Anderson y Cutler (1942), al estudiar la clasificación del maíz, definen el término raza como un grupo de individuos emparentados, con suficientes características en común para permitir su reconocimiento como grupo. Posteriormente ha habido aclaraciones a los términos utilizados, estableciéndose una definición que precisa mejor el papel de los principales mecanismos evolutivos. El concepto actual de raza es el siguiente: "raza es una población con un conjunto sustancial de características en común que la distinguen como grupo y la diferencian de otras poblaciones, con capacidad de transmitir con fidelidad dichas características a las generaciones posteriores y que ocupa un área ecológica específica" (Hernández y Alanís, 1970, p. 8).

1

Según Dobzhansky (1966), una población es una comunidad de individuos de reproducción sexual y fertilización cruzada entre los que se producen regularmente cruzamientos, teniendo como consecuencia una fuente génica común.

Según Benson (1962, p. 287), los límites de un taxon-
 no pueden ser definidos cuantitativamente (porque existen -
 diferentes grados de diferenciación y aislamiento) ni cuali-
 tativamente (porque no hay caracteres más importantes que --
 otros). La asignación de una población natural o sistema de
 poblaciones envuelve juicio de valor (ditto, p. 288). Por --
 tanto, los biosistemáticos de maíz tuvieron que establecer --
 un criterio para delimitar las unidades bióticas en el maíz.

Como las principales fuerzas genéticas que intervie-
 nen en la diferenciación de poblaciones son mutaciones, re-
 combinaciones e hibridación secundaria (en el caso de orga-
 nismos de reproducción sexual y fertilización cruzada), y en
 Zea mays se ha sugerido que el aislamiento geográfico (con -
 la subsecuente deriva genética) ha jugado un papel determinan-
 te en la diferenciación, los biosistemáticos tuvieron que --
 evaluar el significado de estas fuerzas y mecanismos para de-
 terminar razas.

Por el hecho de que las hibridaciones secundarias per-
 miten la formación de variantes con mayor rapidez y facili-
 dad que las mutaciones o recombinaciones, además de ser su-
 gerente la idea de que el continuo contacto entre razas ge-
 ográficamente aisladas hace mucho más probable la hibridación
 secundaria como mecanismo de diferenciación, los biosistemá-
 ticos de maíz utilizaron un criterio basado en la hibrida-
 ción para establecer un cuadro filogenético de las razas de
 maíz. Por eso Wellhausen, et al., (1951, p. 45) mencionan:
 "la naturaleza híbrida se define mejor cuando se comprueba --
 que la raza está intermedia entre sus - - - - -

supuestos progenitores en gran número de caracteres observados, independientemente de cualquiera hipótesis de origen racial". En "Razas de maíz de México" se presenta a este criterio como fundamental para la delimitación en razas: por lo que la expresión "conjunto substancial de características en común", presente en la definición de raza, debe considerarse, de acuerdo al criterio seguido por Wellhausen et al., como características diferenciales intermedias entre razas reconocidas.

Con relación a las características a considerar para la identificación de razas en Zea mays, es esencial contar con el conocimiento de caracteres poligénicos, que expresados en características morfológicas permitan identificar los conjuntos raciales. En algunos casos, la presencia de caracteres indicadores dependientes de un locus sencillo puede ser de utilidad en la clasificación.

Anderson (1944, 1946) y Cutler (1946) se refieren a la importancia de la inflorescencia pistilada (mazorca) y la inflorescencia estimada (panoja) como reflejo fenotípico de características genéticas de primer orden para la clasificación. Estos estudios, más el de Anderson y Cutler (1942), establecieron las bases para la obra "Razas de maíz en México" (Wellhausen et al. 1951), primer trabajo regional biosistemático de maíz en América. En él se consideran para el estudio sistemático caracteres vegetativos de la planta, caracteres de la inflorescencia pistilada, caracteres fisiológicos, genéticos y citológicos.

Anderson (1944) consideró a la espiga como el órgano de la planta que ofrece caracteres más fáciles de medir que todo el resto de la planta combinada. Para la descripción de las razas de maíz en México, Wellhausen et al.

consideraron que la mazorca es el órgano de diagnóstico más útil por las siguientes razones: 1) la mazorca es el órgano más especializado de la planta; 2) es la estructura que distingue, más que cualquiera otra, a Zea mays de todas las otras especies de gramíneas; 3) en el mayor número de ocasiones es la única parte disponible para recolección; 4) las reliquias arqueológicas de maíz están representadas predominantemente por esta estructura. Podría agregarse que la selección artificial ha favorecido en muchos casos variaciones en este órgano.

Posteriormente a la publicación " Razas de maíz en México" y a la descripción de las razas americanas, el resultado de los estudios biosistemáticos en diferentes razas y el descubrimiento de nuevas razas y evidencias arqueológicas y paleobotánicas, así como el desarrollo de la genética y -- la bioestadística, han conducido al mejor conocimiento de las características utilizadas para la determinación de razas, el papel del medio y el papel del hombre en la evolución del maíz.

Goodman y Paterniani (1969), en el análisis de varianza de 111 caracteres de 55 razas y subrazas de maíz en Sudamérica, indican que los caracteres menos afectados por interac—ciones ambientales fueron caracteres de grano, mazorca y ra—quis (elote); los caracteres más afectados fueron vegetativos y los caracteres de la espiga tendieron a ser intermedios entre los caracteres de la planta y de la mazorca. Esto confirmó la observación de Wellhausen et al. (1951) de que las estructuras de mazorca y grano son las más estables.

Si bien los estudios estadísticos permiten la mejor comprensión de las variables que intervienen en la manifestación

fenotípica, el estudio biosistemático tiene por objeto evaluar el significado biológico de las variables disponibles. Se puede decir que la labor del biosistemático es valerse - de los conocimientos genéticos y estadísticos para interpretar el número "suficiente" de características que definan la variación de las poblaciones y los núcleos diferenciados a nivel de raza. Para fortalecer los análisis es necesario conocer el marco ambiental y humano en que se han desenvuelto en el tiempo y en el espacio las poblaciones estudiadas. Para el caso, la etnobotánica, la genética, la ecología, la arqueología y otras disciplinas son indispensables, porque "es difícil seleccionar grupos reducidos de variables que sean capaces de clasificar el material en forma tan precisa como si se usara toda la serie de variables. Para entender la variación encontrada en las razas andinas de maíz, uno necesita comparar su distribución y descripción biosistemática con el medio y la historia". (Bird, 1971, p. 164).1.

Para la elección del número suficiente de características que definan a las poblaciones raciales es importante - señalar la imposibilidad de la existencia de poblaciones uniformes en organismos alógamos como el maíz, lo que obliga a los biosistemáticos a establecer tipologías que en un principio dejan fuera de consideración a las poblaciones intermedias.

1 " Reduced sets of variables capable of classifying the material. _____

Para la identificación y descripción de las razas de maíz en México " se consideraron colecciones seleccionadas, en la misma forma que el fitotaxónomo utiliza ejemplares seleccionados como tipos; una vez que se han reconocido los elementos raciales básicos se puede entender e interpretar con más facilidad la variación dentro de las razas y la variación resultante de la mezcla reciente de razas " (Wellhausen et al. 1951, p. 23).

3.2.2. Técnicas para el estudio de la variación morfológica como consecuencia de hibridación.

Para el estudio de las poblaciones híbridas se utilizan métodos gráficos, métodos matemáticos y ensayos biológicos. " La descripción y análisis de una población es uno de aquellos problemas que requieren ser analizados con precisión a un nivel morfológico antes de que podamos escoger los mejores métodos con que analizarla, a un nivel matemático" (Anderson - 1949, p. 83)².

almost as well as the full set are difficult to select. In order to explain the variation found in Andean maize races, one needs to compare their distribution and systematic descriptions with the environment and history".

2 " The description and analysis of a population is one of those problems that must first be analyzed precisely on a morphological level before we can choose the best methods with which to analyze it on a mathematical level ".

Los ensayos biológicos tradicionalmente utilizados para el estudio de la hibridación son: experimentos de trasplante, pruebas de progeñie, análisis citológicos y repetición experimental de las cruzas sugeridas (ditto, p. 81). En maíz se han utilizado análisis de las segregantes de las autofecundaciones (Mangelsdorf, 1952 p. 177). Estos ensayos tienen como función la de someter a experimentación las hipótesis de hibridación. Para el análisis morfológico previo a la comprobación experimental de hibridación se utilizan técnicas que en conjunto se denominan análisis poligráficos, que permiten indicar la variación de un carácter con relación a la variación en otros caracteres y explorar las relaciones entre grupos de ellos. Estas técnicas son particularmente útiles cuando no se conoce previamente la naturaleza general de las interrelaciones (Anderson, 1949, p. 82). Las técnicas de análisis poligráfico utilizadas en este trabajo son:

1.- DIAGRAMAS ESPARCIDOS.- Consisten en situar valores en una simple gráfica bidimensional. "... Los diagramas esparcidos pueden mostrar varios tipos de interrelaciones que son ignoradas o distorsionadas en el cálculo del coeficiente de correlación ". (ditto, 1949, p. 83).

2.- DIAGRAMAS PICTORICOS ESPARCIDOS.- La limitación de los diagramas pictóricos consiste en que sólo analizan las relaciones entre dos caracteres a la vez. Esta técnica es particularmente útil para analizar de una sola vez las principales relaciones en una población que comienza a estudiarse, además de servir como resumen de los principales cambios fitogeográficos (ditto, 1949, p. 83-86).

..... " Scatter diagrams may show various kinds of relationships. -----

FE DE ERRATAS

PAG.	LINEA	DICE	DEBE DECIR
Portada		Descripción de la <u>va</u> riación morfológica- de los maíces de las partes oriental del- Estado de México y - de la central del Es tado de Puebla.	Descripción de la <u>Va</u> riación morfológica- de los maíces de las partes oriental del- Estado de México y - Central del Estado - de Puebla.
1	13	Subsistencias	Substancias
10	8	Aislamiento genético	Aislamiento reproduc tor o genético.
13	23	Elote	Olote
13	28	Estavísticos	Estadísticos
16	2	Experimentos	Experimentos
18	17	Inferido	Inferido
18	22	Evidencia	Evidencia
21	Ultimo	Los agricultores	Los agricultores en- general.
26	7	Claisificación	Clasificación
30	19	Caractrísticas	Características
49	12	26 y 30	26 a 30
51	12	Interraciales	Intrarraciales
54	13	Menor	Menos
57	17	Variantes interracia les	Variantes intrarra- ciales.

3.- INDICADORES RADIALES.- Consiste en indicar en diagramas esparcidos la presencia de ciertas características peculiares de poblaciones diferentes por medio de señales a manera de "radios" (ditto, p. 88 r).

3.2.3. Métodos utilizados para conocer los progenitores en poblaciones híbridas y métodos de cotejo.

Por medio de análisis poligráficos es posible inferir a los progenitores de las poblaciones, siempre que las características consideradas para la representación gráfica guarden relación con caracteres genéticos de naturaleza cuantitativa, y por tanto permita situar a las poblaciones con herencia intermedia. Como se requiere contar con el mayor número posible de caracteres cuantitativos diferenciales, los análisis matemáticos pueden permitirnos conocer mejor las relaciones entre dichos caracteres y elaborar una representación gráfica más completa haciendo intervenir índices conjugados. A partir de una representación gráfica según los pasos anteriores, el conjunto de poblaciones híbridas mostrará una distribución en forma de "huso", a partir de la cual se puedan identificar los posibles progenitores en los extremos del mismo." Si pensamos que todos los caracteres de una raza están representados en uno de los ápices de un cubo multidimensional y todos los caracteres de otra raza en el ápice opuesto, las recombinaciones obtenidas en la F_2 formarán un huso estrecho que pasará

ships that are ignored or distorted in the calculation of correlation coefficients".

por el centro del cubo " (Anderson, 1949, p. 33). A esto se le denomina huso de hibridación.

Como la evolución no es un proceso unidireccional, deben considerarse todos los aspectos que contribuyen a la expresión de la variabilidad. No es suficiente inferir los progenitores exclusivamente a partir del estudio morfológico; hay que considerar la dinámica poblacional en el tiempo y en el espacio. Como ya se ha mencionado anteriormente, es necesario estudiar los aspectos geográficos, ambientales y humanos en que se desenvuelven y se han desenvuelto las poblaciones. Los datos obtenidos de esta forma tampoco deben tomarse como definitivos. Al respecto, Wellhausen et al. (1951, p. 45) mencionan: " La naturaleza híbrida se define mejor cuando se comprueba que la raza está intermedia entre sus supuestos progenitores en gran número de caracteres observados independientemente de cualquier hipótesis de origen racial".

Una vez que se ha inferido la naturaleza de los probables progenitores, éstos pueden hibridarse entre sí en forma controlada para obtener segregantes que sirvan de cotejo en las hipótesis de filogenia (Mangelsdorf, 1952, p. 177).

Bautista (1949), Anderson y Cutler (1942) y Wellhausen et al. (1951, p. 87, 160), utilizaron la evidencia de cruzamientos controlados para explicar la genealogía de algunas razas de maíz en México. Mangelsdorf (1952, p. 177) -- precisa las siguientes técnicas para inferir los progenitores: a) la naturaleza intermedia de las características de una población en relación con razas reconocidas; b) la distribución geográfica de los progenitores putativos postulados y c) resultados de autofecundaciones.

La base genética que permite inferir a los progenitores a partir del análisis de segregantes en las autofecundaciones se fundamenta en los fenómenos de homocigosis, ligamientos y entrecruzamientos génicos, que aumentan la probabilidad de manifestación fenotípica de características diferenciales de -- los progenitores. El número de generaciones autofecundadas necesarias para el reconocimiento de variaciones morfológicas - notables que sugieran intervención de poblaciones genéticamente diferentes dependerá del número de individuos autopolinizados en la primera operación (Ortega Paczka, comunicación personal), así como de la antigüedad de la población híbrida.

Longley y Kato (1965), en su publicación acerca de la morfología cromosómica de ciertas razas de maíz en latinoamérica, señalan la importancia de los estudios citológicos en el esclarecimiento de algunas relaciones filogenéticas.

Wellhausen y colaboradores (1951) se valieron de informaciones arqueológicas e históricas para conocer la posible - antigüedad de las razas Palomero Toluqueño, Cónico, Chalqueño y Cacahuacintle, que son las predominantes en la región muestreada. El registro arqueológico incluye tanto restos como -- impresiones en lava y representaciones en barro. En el caso - de la cerámica, una técnica común era el vaciado, que permite reconstruir con bastante precisión el tipo de material original. Mangelsdorf et al. (1967, p. 199) han podido determinar, con base en restos arqueológicos, los grandes cambios ocurridos en los tipos de maíz en el valle de Tehuacán, Pue., desde el año 5000 antes de nuestra era, estableciendo la influencia de Tripsacum a través del tiempo, así como la presencia en diferentes períodos de razas existentes en la actualidad.

3.2.4. Métodos utilizados para inferir la antigüedad - de las razas de maíz.

Los estudios biosistemáticos de maíz también permiten - inferir la antigüedad relativa de las razas. Una investigación arqueológica como la realizada por Mangelsdorf et al. (1967)- ejemplifica la aportación que la arqueología puede dar al conocimiento de la evolución de este cereal y la antigüedad relativa de ciertas razas; por ejemplo: Chapalote, Palomero To luqueño, Cónico y Chalqueño, en orden de mayor a menor antigüedad.

Por otro lado, se ha establecido que el mayor rango de adaptabilidad ecológica y la mayor intervención en la formación de otras razas indica mayor antigüedad de la raza bajo estudio.

Finalmente se ha sugerido que la menor segregación durante la autofecundación indica mayor antigüedad. Así, Wellhausen et al., (1951, p. 184) dicen: " El Celaya no segrega tanto - como el Chalqueño cuando se autofecunda, lo que indica que puede ser una raza más antigua en la que el plasma germinal derivado de diferentes fuentes ya se ha integrado completamente".

3.2.5. Aportación de la información etnobotánica.

La etnobotánica, al estudiar las relaciones entre los grupos humanos y las plantas tiene como función: " primero, registrar, ordenar, escudriñar, hilvanar y publicar la información en el mismo marco de la cultura agrícola del hombre. La etnobotánica constituye el puente material e intelectual entre el hortelano y el agrónomo, el bioquímico, el genetista-

y el fitomejorador" (Hernández, 1970, p. 10).

Las observaciones sistematizadas resultantes de la exploración etnobotánica ayudan a esclarecer las relaciones existentes entre el material biológico y el marco cultural y ecológico.

La información etnobotánica permite conocer los mecanismos por los que el hombre favorece la discontinuidad entre las poblaciones, la cual puede derivar en la formación de razas - (Hernández y Alanís, 1970).

3.2.6. Metodología de muestreo en el campo.

El problema básico del estudio de un fenómeno biológico poblacional es inferir las características de toda la población a partir de las observaciones de una muestra. Por esto es importante que la muestra sea elegida con un método que comprenda los principales aspectos que intervienen en la manifestación de la variación.

La metodología de muestreo en el campo debe considerar los aspectos ecológicos, étnicos y agrícolas de las regiones de estudio, así como la forma de recolectar. Hay que considerar que existen variantes tanto regionales como variantes mantenidas por cada agricultor, que responden a exigencias ecológicas (fertilidad del suelo, humedad, etc.) y a características culinarias, o de otra índole, específicas (Hernández y Alanís, 1970).

En la recolección son buenos indicadores los tipos reconocidos por el agricultor en particular y los agricultores con

referencia a las variantes reconocidas en toda la región (-- Hernández y Alanís, 1970). De esta manera es posible integrar las secuencias relativas al fenómeno de infiltración entre poblaciones, al de dispersión de las razas bajo estudio, al de formación de nuevas razas y al de evolución bajo domesticación (Hernández y Alanís, 1970, p. 14). La intensidad del muestreo debe aumentarse al entrar a una nueva zona étnica. En general, se ha sugerido que cada muestra consista de quince a veinticinco mazorcas (Hernández y Alanís, 1970, p. 7).

3.3. Estudios biosistemáticos de maíz en la región estudiada.

Kuleshov (1930) caracterizó a los maíces del centro de México de la siguiente manera: hojas pubescentes, colgantes, espigas con escasa ramificación y sistemas radiculares débiles.

Anderson y Cutler (1942), refiriéndose a estos maíces, describieron el "Complejo Piramidal Mexicano", provisionalmente como una raza. A la caracterización de Kuleshov añaden lo siguiente: glumas largas y duras en la espiga y un alto porcentaje de condensación de internodos y espiguillas superiores subsésibles. Las mazorcas son igualmente distintivas; varían grandemente en tamaño y tienen la misma forma cónica o "piramidal", siendo relativamente cortas. Los patrones de hileras varían de regular a irregular, con mezclas comunes; existen espacios tanto entre las hileras como entre los granos, individualmente. Los granos son predominantemente largos y varían en forma, comúnmente sobre una misma mazorca, de punteados a dentados o redondeados. El blanco es el color más común, acompañado por una ligera capa harinosa. Consideran que los maíces-

reventadores mexicanos aparentemente forman una subraza de -- los piramidales, a reserva de estudiar más colectas antes de que esta conclusión fuese aceptada. También distinguen el grupo del Cacahuacintle.

Durante los años 1943 y 1944, la Oficina de Estudios Especiales de la S.A.G. inició los programas de mejoramiento -- del maíz, para lo cual se recolectaron muestras en las principales regiones agrícolas del país. Este trabajo permitió el -- estudio posterior de la variación con fines de clasificación de los maíces de la Mesa Central, entre otras regiones.

Bautista (1949), con base en el análisis estadístico de caracteres vegetativos, de mazorca y de grano, diferenció cuatro tipos (no utilizó el término raza): Palomero Toluqueño, Cónico, Chalco y Cacahuacintle. Al estudiar cruzas dirigidas, postuló que el tipo Cónico es producto de selecciones y -- cruzas regresivas inconscientes efectuadas a partir de una -- hibridación natural entre los tipos Palomero Toluqueño y Cacahuacintle. Con relación al tipo Chalco, propone como padres -- al Cónico y al Cilíndrico Dentado (posteriormente Tuxpeño) -- de las costas del Golfo de México, con base en el estudio de las segregantes derivadas de autofecundaciones y de la naturaleza intermedia de sus características distintivas. Señala -- ya el orden de posible antigüedad de los tipos, indicando al Palomero Toluqueño y al Cacahuacintle como los más antiguos, -- al Cónico como medianamente antiguo (posiblemente de tiempos prehistóricos) y al tipo Chalco como el más reciente, en vista de su menor estabilidad genética.

Wellhausen y colaboradores (1951) clasifican como razas a los tipos propuestos por Bautista, e incluyen datos de mayor número de características (vegetativas, reproductivas, fisiolo

lógicas, genéticas y citológicas), los patrones de distribución de las razas y la descripción de subrazas en los casos de Palomero Toluqueño y Cónico.

Wellhausen et al. (1951) utilizaron un criterio taxonómico un tanto diferente que el de Anderson y Cutler (1942), a pesar de basarse en el mismo concepto de raza. La raza denominada provisionalmente por Anderson y Cutler (1942) como Piramidal Mexicano incluye tipos relacionados que Wellhausen et al. definen como razas en virtud de estudios biosistemáticos que permitieron conocer en cada uno de estos tipos características propias de estabilidad genética y adaptación ecológica suficientes como para considerarlos como razas, aunque no expresan explícitamente todos los métodos experimentales que los indujeron a considerar los mecanismos de formación de las razas. Palomero Toluqueño, Cónico, Chalqueño y Cacahuacintle están relacionadas filogenéticamente, pero su tiempo de formación no es el mismo. Palomero Toluqueño y Cacahuacintle dieron origen en épocas prehispánicas a Cónico, manifestando en la actualidad estabilidad genética. Con relación a Chalqueño, existen contradicciones sobre su tiempo de origen. Wellhausen et al. (1951, p. 176) mencionan: " cuando se autofecunda, el Chalqueño segrega en tipos semejantes al Cónico por un lado y al Tuxpeño por el otro..... Aparentemente, el Chalqueño es de origen bastante reciente. Su aparición en la región de Chalco en el Valle de México es un suceso que está en la memoria de los habitantes más antiguos. También existen indicaciones de que el plasma germinal que ha intervenido en la formación del Chalqueño no se ha integrado tan completamente como en muchas de las otras razas, prueba adicional del origen reciente de esta raza. No ha intervenido, hasta donde hemos podido determinar, en la formación de otras razas de México". -

Por otra parte, Mangelsdorf, et al. más recientemente (1967), datan la presencia de Chalqueño desde el año 1000 de nuestra era, al analizar restos arqueológicos en el Valle de Tehuacán, Pue.

Existen tres estudios biométricos de los maíces de la zona comprendida en este trabajo; estos son los realizados por De la Loma (1947), Bautista (1949) y Cortaza (1970). Es tos estudios destacan la bondad de las características morfológicas relacionadas con la mazorca y el grano.

3.4. Origen y filogenia.

La publicación de Wellhausen et al. (1951) tuvo como ob jeto identificar y describir las razas que en aquel entonces pudieron ser reconocidas, tomando como base colecciones seleccionadas para tipificar una raza. Como clasificación natural, da a conocer los parentescos y rutas de origen de las razas y subrazas encontradas.

Para estudiar la filogenia del maíz, además de presentar las genealogías de cada raza, Wellhausen et al. (1951) establecieron un cuadro general que, a manera de " tronco filogenético ", permitiera entender las relaciones entre las razas a través del tiempo. De esta manera se dividen las razas en cuatro grupos: Indígenas antiguas (entre ellas Palomero Toluqueño); Exóticas Precolombinas (como Cacahuacintle); Mestizas Prehistóricas (como Cónico) y Modernas Incipientes (entre las que se incluye a Chalqueño). La hibridación entre las razas de los dos primeros grupos dieron origen al tercero, e hibridaciones entre todas ellas dieron origen al cuarto grupo. Al respecto, Wellhausen et al. (1951, p.45), mencionan: "algu-

nas de estas genealogías, especialmente las de las razas Modernas Incipientes, son muy complejas y a primera vista dan la impresión de ser algo especulativas y remotas, pero estas se han formulado a base de genealogías más simples, la mayor parte de las cuales son cuando menos plausibles y algunas de ellas están bien comprobadas".

" Razas de maíz en México " presenta una claisificación natural de la variación a nivel racial de nuestros maíces, pero necesidades actuales requieren una clasificación del gran número de colectas que no son típicas de las razas, y a las que se les ha denominado poblaciones intermedias.

3.5. Análisis de la revisión bibliográfica.

Las bases conceptuales en que se basa la biosistemática y las técnicas experimentales que pueden ayudar en el conocimiento del origen y la filogenia de las razas de maíz demuestran que la clasificación natural infraespecífica no sólo es útil, sino también posible.

A partir de la clasificación del maíz en razas y subrazas, es posible el estudio de la dinámica evolutiva entre poblaciones que aporte mejor conocimiento de las relaciones entre las razas y permita comprender mejor la naturaleza de la variación a niveles infrarraciales. La mayoría de las colectas de maíz representan conjuntos atípicos entre los tipos -- descritos como razas, por lo que los estudios biosistemáticos pueden ahora enfocarse al estudio de la dinámica de la variación entre las poblaciones. Para este fin es necesario conocer mejor el medio en que se cultiva el maíz.

4. MATERIALES Y METODOLOGIA.

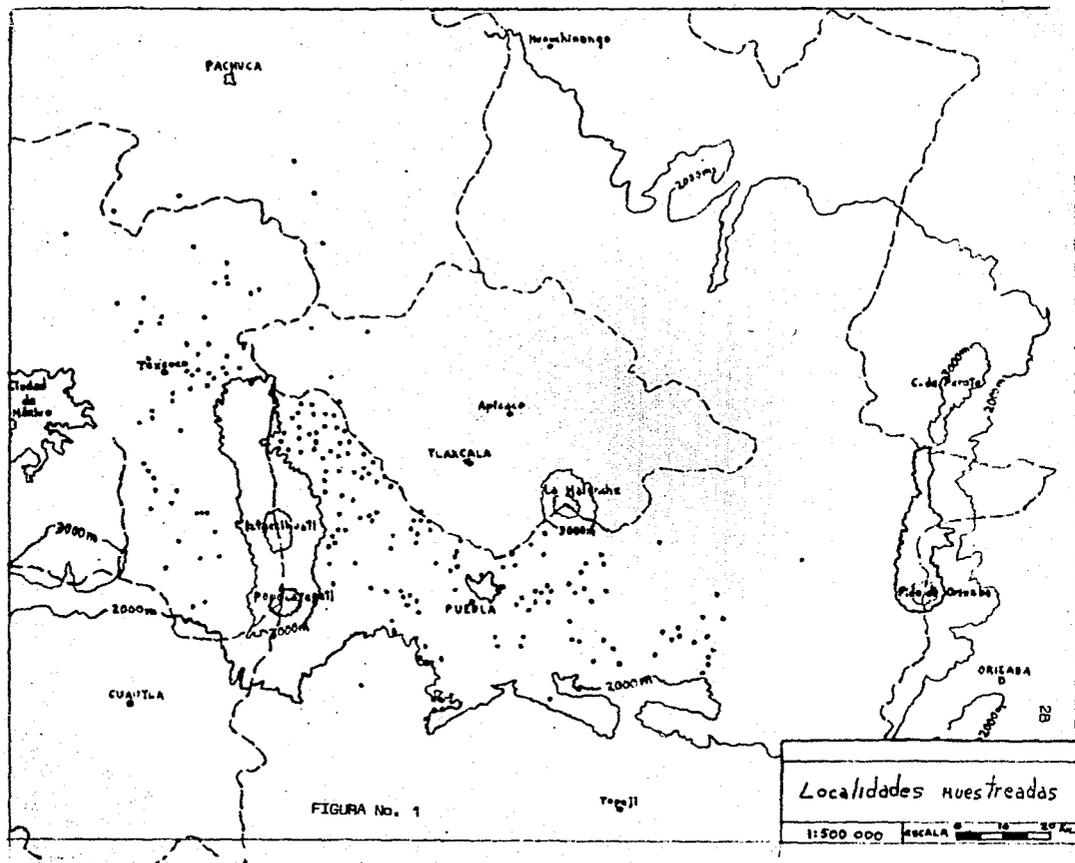
4.1. Materiales utilizados.

El estudio estuvo basado en 406 colectas, 178 de las cules corresponden al oriente del estado de México y 228 al centro del estado de Puebla. La distribución de las localidades muestreadas se indica en la Fig. 1.

Además de estas muestras se utilizaron 124 colectas reproducidas en Chapingo en 1971 por el Ing. Gabriel Vega Z. (de la Rama de Genética del Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo), la mitad de las cuales corresponden a las colectas - en algunas localidades del oriente del estado de México y la otra mitad a colectas en Puebla. Como se describe posterior - mente, el objeto del estudio de estas reproducciones fue inferir el efecto de un mismo medio sobre los parámetros finales - utilizados para describir la variación morfológica y poder - evaluar dichos parámetros.

4.2. Metodología de muestreo.

Para la colección del material de estudio se recorrieron las zonas ecológicas más importantes de la parte oriental del estado de México, procurándose que la frecuencia del muestreo en cada una de estas zonas representase la variación de las - diversas razas de maíz existente.



Del granero de los agricultores visitados se eligió al azar una muestra de 20 a 25 mazorcas de cada uno de los tipos reconocidos por el agricultor, recabando la información referente a: nombre común, tiempo que llevaba sembrándose, procedencia, fecha de siembra, tiempo de maduración, usos, adaptaciones a microhabitats determinados y forma de selección de semillas para la siembra, además del nombre del agricultor (dirección en su caso), nombre de la localidad y altura sobre el nivel del mar. Estos datos fueron remitidos, juntos con parte de la semilla, a los bancos de germoplasma de maíz del I. N. I. A. y el C. I. M. M. Y. T.

Para incluir la variación presente en cada localidad se interrogó a los campesinos hasta agotar las variantes reconocidas. Todas las colectas se hicieron a altitudes mayores de 1900 m.s.n.m., para no entrar en zonas de influencia de otras razas.

Las muestras de la parte central del estado de Puebla-- fueron colectadas por colaboradores del Plan Puebla, en su zona de influencia. Para este muestreo se consideraron también las variantes por agricultores y por comunidad.

4.3 Bases para definir la metodología que permita estudiar la variación morfológica de los maíces comprendidos.

Para establecer una metodología que permita conocer las relaciones entre poblaciones de razas diferentes es necesario considerar que los requisitos que deben tener las buenas características taxonómicas son: a) constancia en su herencia; b) ser de naturaleza poligénica; c) de fácil observación y medición, y d) de poca variación fenotípica en diversos medios.

Para estudiar las interrelaciones genéticas entre las poblaciones de maíz pertenecientes a varias razas, las metodologías a considerar deben permitir agrupar y contrastar según las características raciales diferenciales, así como manifestar características distintivas de las poblaciones que sugieran diferenciación subracial.

Los métodos para la descripción y análisis de la variación pueden ser gráficos o matemáticos, aunque no son mutuamente excluyentes.

A partir de análisis gráficos como los desarrollados por Anderson (1949) se puede inferir la naturaleza general de la variación.

En este trabajo se utilizan métodos gráficos para describir la variación morfológica, considerando que dichas técnicas permiten conocer con suficiente exactitud la variación morfológica y las interrelaciones raciales.

A excepción de las gráficas poligonales, los métodos de representación gráfica están limitados a " tres dimensiones" (en los ejes de gráficas). Como las características cuantificadas para este estudio están muy relacionadas entre sí, se eligió el sistema de utilizar diagramas esparcidos (gráficas simples), que sólo permiten la representación en dos dimensiones, pero que establecen la posibilidad de integrar en índices las características diferenciales más correlacionadas; esto permite agrupar las poblaciones para definir la variación a partir de diferencias raciales.

Para la determinación de los índices numéricos, deriva-

dos de la integración de las características cuantitativas diferenciales, es necesario conocer la influencia que el medio - ejerce sobre la manifestación fenotípica, así como el grado - de correlación de las características entre sí. En un índice - es importante procurar que los valores numéricos de las características que lo forman se manifiesten proporcionalmente; esto se determina considerando los valores numéricos de las ca-racterísticas simples que intervienen en el índice.

Como uno de los objetos de este trabajo consiste en de- finir las relaciones interraciales que nos permitan conocer la naturaleza de las hibridaciones, los índices favorables serán aquellos que contrasten gráficamente las diferencias raciales, sin deformar las relaciones entre las características simples que componen el índice. Esto tenderá a resaltar los "husos de hibridación" formados por las poblaciones segregantes de la - hibridación interracial.

Una vez conocidos los índices correlacionados que dife- rencien la variación morfológica, hay que considerar que las- escalas que se utilicen en ambos ejes de la gráfica (diagra-mas esparcidos) deben permitir la manifestación de la corre-lación entre ambos índices.

La utilización de indicadores radiales en los diagramas esparcidos permite representar la incidencia de ciertos caracteres de menor amplitud genética en el conjunto de las pobla- ciones representadas, y de esta manera incluir una "tercera di mensión".

4.4. Métodos utilizados.

4.4.1. Introducción. En este trabajo se consideran aspec

tos relacionados con los fenómenos de infiltración genética y selección artificial, marginando el estudio de la dispersión-geográfica de los tipos. El análisis de los resultados integra los datos obtenidos del estudio de la variación morfológica con las inferencias derivadas de observaciones de campo, para presentar diferentes aspectos relacionados con la variabilidad del maíz estudiado.

4.4.2. Características utilizadas:

Caracteres de grano:

a).- Longitud, ancho, espesor. Promedio de 100 granos; de cada una de las 10 mazorcas utilizadas por muestra se obtuvieron los datos promedio de 10 granos de la parte media de la mazorca.

b).- Peso y volumen; tomado de 50 granos de la parte media de 10 mazorcas. Peso de 100 granos escogidos al azar.

c).- Color y textura; datos cualitativos de acuerdo con una escala arbitraria.

Caracteres de mazorcas:

Longitud, diámetro mayor, diámetro de la parte media, diámetro apical, número de hileras. Datos promedio de 10 mazorcas por colecta.

No se utilizaron caracteres de raquis (olote) por no estar disponible en el caso de algunas colectas. Para obtener los datos de las características de las mazorcas, se utiliza-

ron fotografías con escala en los casos en que no se disponía ya de esta estructura.

4.4.3. Elaboración de gráficas. La revisión bibliográfica indica que las razas presentes en la zona bajo estudio presentan estrechas relaciones filogenéticas y pueden reconocerse a partir de la variación en caracteres de mazorca y grano. También se sabe que estos caracteres son los menos influenciados por el medio, por lo que se utilizaron parámetros derivados de estos órganos.

A partir de las mediciones realizadas se elaboraron algunas gráficas simples, que permitieron evaluar las correlaciones entre características. A partir de estos resultados se elaboraron índices, con objeto de agrupar significativamente las características más correlacionadas; los índices de grano y de mazorca se representaron en los ejes de diagramas esparcidos. Como se puede apreciar en la Fig. 2, no se hicieron gráficas con todas las combinaciones entre índices. De los índices derivados de caracteres de mazorca, se utilizó preferentemente "volumen de mazorca" (long. $\times \frac{\pi r^2}{3}$; r = radio del diámetro mayor), bajo la suposición de que la mayoría de las mazorcas tenían forma cónica, y porque intenta conjugar las diferencias en los principales caracteres de este órgano.

INDICES DE MAZOFIA					
INDICES DE GRANO		$(\text{long.} - 10)^2$	$(\text{diám. medio})^2$	$\frac{(\text{long.} - 10)^2}{(\text{diám. medio})^2}$	$1 \times \frac{\pi r^2}{3}$
	$1 \times (a - 0.5)$				
	$[1 \times (a - 0.5)]^2$			+	
	$1 \times p \times t$				+
	$(1 \times p)^2$				+
	volumen de 50 granos				

FIGURA No. 2

Conociendo que las características más significativas -- de grano en las principales razas bajo estudio son las rela -- cionadas con dimensiones y dureza, se obtuvieron los valores -- del volumen real de 50 granos. Este valor, junto con el índi -- ce " volumen de mazorca", se representó en las coordenadas de un diagrama esparcido, convirtiéndose en la gráfica que preten -- de representar mejor la variación morfológica. Por medio de -- indicadores radiales, en esta gráfica se señalan las caracte -- rísticas: textura harinosa, color del grano y forma cilíndri -- ca de mazorca (puesto que hay colectas con influencia de razas con mazorca cilíndrica). Estos indicadores diferencian -- las poblaciones de Cacahuacintle, los Elotes Cónicos (subraza de Cónico), los tipos amarillos y la influencia probable de -- otras razas (Bólita y Tuxpeño).

Para conocer la escala adecuada para graficar se compa -- raron las distribuciones de frecuencia de 119 colectas del es -- tado de México (Fig. 5), de tal manera que se pudiera cono -- cer los intervalos de clase en que las curvas de frecuencia -- para los índices volumen de cincuenta granos y "volumen de ma -- zorca" fueran semejantes.

La reproducción de 124 colectas hecha en Chapingo en -- 1971, de algunas colectas efectuadas en el campo, permitió eva -- luar el efecto de un mismo medio sobre los índices volumen de cincuenta granos y "volumen de mazorca", en poblaciones deri -- vadas de Palomero Toluqueño y Cónico. La magnitud del cambio -- para cada característica se infirió a partir de gráficas en -- las que un eje representa una determinada característica en la colecta original, y el otro eje representa esa misma caracte -- rística de dicha colecta, pero determinada en la reproduc -- ción (ver Figs. 26,27,28,29,30); de esta manera es posible -- conocer las tendencias de cambio de las diferentes caracte -- rís

Conociendo que las características más significativas de grano en las principales razas bajo estudio son las relacionadas con dimensiones y dureza, se obtuvieron los valores del volumen real de 50 granos. Este valor, junto con el índice "volumen de mazorca", se representó en las coordenadas de un diagrama esparcido, convirtiéndose en la gráfica que pretende representar mejor la variación morfológica. Por medio de indicadores radiales, en esta gráfica se señalan las características: textura harinosa, color del grano y forma cilíndrica de mazorca (puesto que hay colectas con influencia de razas con mazorca cilíndrica). Estos indicadores diferencian -- las poblaciones de Cacahuacintle, los Elotes Cónicos (subraza de Cónico), los tipos amarillos y la influencia probable de otras razas (Bólita y Tuxpeño).

Para conocer la escala adecuada para graficar se compararon las distribuciones de frecuencia de 119 colectas del estado de México (Fig. 5), de tal manera que se pudiera conocer los intervalos de clase en que las curvas de frecuencia -- para los índices volumen de cincuenta granos y "volumen de mazorca" fueran semejantes.

La reproducción de 124 colectas hecha en Chapingo en -- 1971, de algunas colectas efectuadas en el campo, permitió evaluar el efecto de un mismo medio sobre los índices volumen de cincuenta granos y "volumen de mazorca", en poblaciones derivadas de Palomero Toluqueño y Cónico. La magnitud del cambio para cada característica se infirió a partir de gráficas en las que un eje representa una determinada característica en la colecta original, y el otro eje representa esa misma característica de dicha colecta, pero determinada en la reproducción (ver Figs. 26,27,28,29,30); de esta manera es posible -- conocer las tendencias de cambio de las diferentes caracterís

ticas al someter el material a condiciones ambientales similares, y evaluar así el significado de las mediaciones a partir de colectas originales.

5.0 RESULTADOS.

5.1. Interpretación de las gráficas obtenidas.

Fig.7 : Longitud promedio de grano \times (ancho promedio - de grano- 0.5) vs. peso de 100 granos. (Con base en las 178-colectas del oriente del estado de México.)

Como paso previo a la descripción morfológica de los maíces estudiados, con todas las características consideradas, se hizo una clasificación tentativa con base exclusiva en características de grano. Wellhausen y colaboradores (1951) establecen las siguientes diferencias en características de grano para las principales razas comprendidas en la región estudiada:

Fig. 3

	Ancho (mm.)	Espesor (mm)	Longitud(mm.)
Palomero Toluqueño	4.7	2.8	11.4
Cónico	6.6	3.6	14.8
Chalqueño	7.2	3.9	15.4
Cacahuacintle	9.8	5.2	14.0

En la Fig. 3 se observa que al aumentar la longitud del grano aumentan correlativamente el ancho y el espesor (no en Cacahuacintle). La Fig. 19 sugiere que no hay correlación entre la longitud y el ancho en un número de colectas reproducidas en un mismo medio.

Dado que el ancho del grano parece estar menos correlacionado con otras características diferenciales (Figs. 20,21, y 22), se utilizó el índice $1 \times (a - 0.5)$, que incluye en mayor proporción la característica longitud del grano. No se -- incluyó espesor del grano por que esta dimensión muestra menor variabilidad.

La clave para la identificación tentativa de grupos raciales fue la siguiente:

FIG. 4

Grupo:	identificación:	$1 (a-0.5)$ cm. (obtenido)	$1(a0.5)$ cm. (según Razas de maíz en Méxi co")	peso de 100 granos. (obtenido)
Chalqueño	I	> 0.35	0.339	> 40

Cónico X Chalqueño	II	0.30-0.55	---	30 - 40
Cónico	III	0.25-0.50	0.237	25 - 30
Palomero To- luqueño, Cóni- co x Pal. Tol., subraza Elotes Cónicos, Caca- huacintle.	IV*	---	---	25

* Resultado de identificación visual, en el caso de Caca-
huacintle y algunos "maíces negros" (subraza Elotes Cónicos).

Como los grupos raciales presentan valores comunes, se-
gún el cuadro escogido, se realizó una revisión de las colec-
tas, con ayuda del Ing. E. Hernández X., para disminuir erro-
res. En la Fig. 7 se observa la existencia de un continuo mor-
fológico que se distribuye a lo largo de una línea recta en -
tre Palomero Toluqueño y Cacahuacintle. La variación en el eje
de las ordenadas es 50 veces mayor que en el de las abscisas,
por lo que la magnitud de la correlación no se puede inferir-
de la gráfica, aunque si se percibe que existe correlación.

Fig. 8; $(\text{longitud de mazorca} - 10)^2$ vs. diámetro medio^2 .
(Con base en 126 colectas originales del estado de México.)

La curva obtenida indica que la longitud de la mazorca es más variable que el diámetro; el agrupamiento entre Palomero Toluqueño y Cónico es bastante uniforme e intermedio entre ambas razas, e indica un grupo de intercrucamiento bastante definido. Se observa que Cónico está intermedio entre Palomero Toluqueño y Cacahuacintle (para situar las razas se consideraron los datos de la publicación Razas de maíz en México). Entre Cónico y Chalqueño se muestra una distribución continua que indica mayor variabilidad en la longitud de la mazorca; los grupos de intercrucamiento entre Cónico y Chalqueño no son tan definidos como los grupos de intercrucamiento entre Palomero Toluqueño y Cónico. Chalqueño es un grupo muy variable en las características analizadas. El hecho de que los grupos muestren un continuo ascendente de variabilidad de Palomero Toluqueño a Chalqueño puede explicarse en parte si se considera que: a) Palomero Toluqueño se siembra en poblaciones reducidas para usos especiales; b) Cónico se siembra, en general, en condiciones ecológicas más limitantes que Chalqueño, y c) Chalqueño se siembra principalmente bajo riego o con humedad residual. En parte, la mayor variabilidad de las poblaciones de Chalqueño puede explicarse también por la mayor aceptación de híbridos comerciales en condiciones de riego, dado que es posible el cruzamiento entre maíces criollos y maíces mejorados, con mazorcas generalmente más grandes.

Fig. 9 : $\left(\text{longitud de grano} \times (\text{ancho de grano} - 0.5) \right)^2$
vs $\left(\frac{\text{longitud de mazorca} - 10^2}{(\text{diámetro medio de la mazorca})^2} \right)^2$. (Con base en 126 colectas originales del estado de México).

Se conoce que existe poca correlación entre la longitud y el ancho del grano (fig. 19). Como en "Razas de maíz en México" se establecen diferencias en estos parámetros para —

Cónico y Chalqueño, se pensó que al elevar al cuadrado el producto de estas dimensiones se remarcarían las pequeñas diferencias raciales existentes; al restar 0.5 unidades al ancho del grano se da más valor a la longitud del mismo, que parece estar más correlacionado con otros parámetros que el ancho del grano (Figs. 20,21,22,23).

La fig. 8 muestra que la correlación entre la longitud y el diámetro medio no es uniforme a través de los continuos raciales existentes: la longitud de la mazorca es más variable que el diámetro (concidiendo con lo expresado por De la Loma (1947); (también ver figs. 26 y 27). Al restar 10 unidades a la longitud se reduce el efecto de su variabilidad. El índice $(\text{longitud de mazorca} - 10)^2$ diámetro medio de mazorca)² expresa en proporciones similares ambos parámetros. Se utilizó escala logarítmica. En la gráfica utilizada (fig. 9) se observa poca correlación entre índices lo que indica que la representación de la variación morfológica a partir de estos índices no es conveniente, puesto que ambos presentan una amplia variabilidad.

Fig. 10: (longitud promedio de grano x peso de 100 granos x textura) vs. " volumen de mazorca" $(\text{Long.} \times \text{II} \times \text{r}^2; \text{r} = \text{radio del diámetro mayor})$. (Con base en 3 las 178 colectas efectuadas en el oriente del estado de México.)

La escala utilizada para textura (dato cualitativo) fue:

- 1.- grano cristalino o con ligera capa harinosa.
- 2.- grano con abundante capa harinosa, sin depresión.
- 3.- grano con abundante capa harinosa, con depresión (dentado)
- 4.- grano completamente harinoso.

La longitud está medida en centímetros; el peso, en granos. Se infiere a la existencia de correlación positiva entre la longitud y el peso del grano (fig. 20); la textura del grano también es diferencial de las razas involucradas (Palomero Toluqueño tiene textura cristalina compacta (everta) y Cacahuacintle textura harinosa). Las razas Palomero Toluqueño, Cónico, Chalqueño y Cacahuacintle presentan, en este orden, valores crecientes para el índice $l \times p \times t$. El índice "volumen de mazorca" también se incrementa en la misma medida para estas razas, aunque entre Chalqueño y Cacahuacintle la diferencia no es muy marcada; en la gráfica se utilizan indicadores para señalar la presencia de Cacahuacintle.

Para la representación gráfica se utilizó escala logarítmica, por los altos valores alcanzados en los ejes de la gráfica. Se empleó un factor de corrección (1.98) en el índice $l \times \frac{IIr^2}{3}$.

De la fig. 10 se infiere que existe correlación entre estos índices. Se aprecia la existencia de un solo continuo genético.

Fig. 11: (longitud promedio de grano x peso promedio de grano)² vs. " volumen de mazorca" ($l \times \frac{IIr^2}{3}$). (Con base en 126 colectas del oriente del estado de México)..

Esta gráfica se elaboró conociendo los resultados de la Fig. 10. Se excluye el dato textura del grano. Además, al elevar al cuadrado el producto de la longitud por el peso se pretende subrayar las diferencias entre las razas. La diferenciación de los grupos raciales es mucho mayor en sentido vertical que en sentido horizontal, dado que el índice " volumen -

de mazorca" está más sujeto a fluctuaciones por la mayor variabilidad de la longitud con respecto al diámetro de la mazorca (fig.8).

Fig. 12: volumen de cincuenta granos vs. " volumen de mazorca". (Con base en las 178 colectas del oriente del estado de México,)

Los índices de esta gráfica conjugan las dimensiones de grano y mazorca. El volumen de cincuenta granos se obtuvo en forma directa (utilizando una probeta graduada para medir el volumen real, al sumergir los granos en agua); el índice "volumen de mazorca" se obtuvo a partir de la fórmula del volumen del cono. La publicación " Razas de maíz en México" señala que existe correlación entre las dimensiones del grano y las de la mazorca para las razas bajo estudio. Para conocer la escala apropiada para graficar se compararon las distribuciones de frecuencia para ambos parámetros de 119 colectas del oriente del estado de México, eligiéndose los intervalos de clase para los que las curvas obtenidas fueran similares. Así, un cambio en 2 cm^3 en el volumen de 50 granos corresponde aproximadamente a un cambio en 15 cm^3 en el "volumen de mazorca" (fig.5). En la fig. 12, 2 cm^3 en el volumen de grano equivalen a 10 cm^3 en el "volumen de mazorca", por lo que las razas Palomero Toluqueño, Cónico y Chalqueño, según datos de "Razas de maíz en México", no se encuentran situadas en una línea recta. Para la determinación del volumen de grano de las colectas consideradas como típicas por Wellhausen et al. (1951) se utilizaron granos de las colectas típicas, reproducidas en Chapingo en 1963; el dato "volumen de mazorca" se obtuvo de las colectas originales típicas de las razas, porque los datos del banco de germoplasma de maíz del I.N.I.A. no reportan diámetro mayor de la mazorca en las colectas reproducidas.

En la fig. 12 se observa la existencia de un continuo - morfológico. La textura harinosa de Cacahuacintle se representa por medio de indicadores. Con indicadores radiales se señalan también la incidencia de coloración amarilla, azul y roja. Se aprecia: 1) las coloraciones azul y amarilla, asociadas por los agricultores con mayor precocidad, presentan una incidencia notable en las poblaciones de Cónico, casi no presentándose en las poblaciones de Chalqueño; 2) hay algunas poblaciones con coloración azul cercanas en los valores de volumen de grano a Cacahuacintle, lo que podría ser una prueba adicional de que la subraza Elotes Cónicos presenta influencia de Cacahuacintle; 3) la dispersión de las poblaciones con coloración azul presenta una distribución que ejemplifica una directriz de selección artificial: la escasa incidencia de la coloración azul en poblaciones de Cónico x Chalqueño y Chalqueño significa que el agricultor ha roto el continuo de variabilidad que es de esperar, por ocupar estas razas áreas simpátricas y ser el maíz planta alógama, no permitiendo que esta variante ejerza influencia notable en poblaciones de Chalqueño; 4) dentro del grupo de Chalqueño hay poblaciones con dimensiones de mazorca y grano sobresalientes que podrían mostrar influencia de estirpes mejoradas.

Fig. 13: volumen de cincuenta granos vs. "volumen de mazorca". (Con base en las 228 colectas de la parte central del estado de Puebla.)

Al igual que en la fig. 12, se observa mayor incidencia de variantes en coloración alrededor de Cónico; la mayoría de las poblaciones de Cónico con mazorcas y granos pequeños presentan coloraciones amarillas, azules o rojas.

Por medio de indicadores radiales se señala la posible influencia de las razas Bolita y Tuxpeño. La influencia de Bolita se manifiesta en mazorcas cortas, cilíndricas, con pocas hileras rectas y granos grandes. La influencia de Tuxpeño se manifiesta principalmente en mayor longitud de la mazorca, casi cilíndrica y con pocas hileras rectas. Tentativamente, la influencia de Bolita encontrada es alrededor de 16%, y la de Tuxpeño de 11%. La influencia de Bolita se manifiesta en poblaciones con coloración blanca, amarilla, roja, guinda y azul, lo que sugiere influencia antigua y continua. En la parte central de Puebla casi no se encuentra Cacahuacintle, en contraste también con la parte oriental del estado de México.

Figs. 14, 15, 16 y 17: volumen de cincuenta granos vs "volumen de mazorca". (Con base en 124 reproducciones de colectas originales de los estados de México y Puebla.)

La fig. 14 muestra 62 colectas originales pertenecientes a los grupos Palomero Toluqueño X Cónico y Cónico del oriente del estado de México; la fig. 15 muestra esas colectas reproducidas en Chapingo en 1971. La fig. 16 muestra 62 colectas originales del centro del estado de Puebla, pertenecientes a los grupos Palomero Toluqueño x Cónico, Cónico, Cónico x Bolita y Cónico x Chalqueño; la fig. 17 muestra las reproducciones de esas colectas en Chapingo en 1971.

Estas gráficas se hicieron con objeto de inferir el comportamiento de los índices al reproducirse el material en un mismo medio. La comparación entre estas gráficas muestra que la correlación se mantiene; además existe cierta tendencia a que ambos índices sufran un decremento proporcional (ver la fig. 6). Estas inferencias permiten decir que estos índices son útiles para la descripción de la variación morfológica a

partir de colectas originales.

Fig. 18: (Con base en las 178 colectas del oriente del estado de México.

Esta gráfica compara la clasificación tentativa que se hizo a partir de caracteres de grano (fig.7) con la gráfica- "volumen de mazorca" vs. volumen de cincuenta granos. Se observa que la clasificación " arbitraria" original concuerda con una clasificación posterior, más elaborada. Esta prueba señala la validez de las clasificaciones visuales realizadas por personas con experiencia en la identificación de tipos; (la clasificación original fue realizada con la ayuda del Ing. E. Hernández X.).

5.2. Evaluación de la representación gráfica.

Para la selección de los mejores índices, que describan cuantitativamente las interrelaciones raciales, deben cumplirse los siguientes requisitos: 1) conocimiento del grado de correlación de las características que intervienen en el índice; 2) integración de un número suficiente de características diferenciales y correlacionadas; 3) que los valores numéricos de las características que forman el índice se manifiesten proporcionalmente; 4) menor posibilidad de distorsión de las relaciones entre los parámetros utilizados; 5) los índices deben remarcar las diferencias raciales y 6) los valores numéricos de los índices deben variar correlativamente en diferentes medios. Para que la representación gráfica sea más eficiente, hay que procurar: 1) que las escalas en los ejes de la gráfica muestren el grado de correlación existente ; 2) incluir una "tercera dimensión", que representará caracteres genéti -

cos más conspicuos (lo que puede lograrse por medio de indicadores radiales).

Los índices más apropiados de las características cuantificadas del grano, utilizados en este trabajo, son: peso — de 100 granos, $(l \times p)^2$ y volumen de 50 granos. Los índices — $l (a-0.5)$, $l \times (a-0.5)^2$ y $l \times p \times t$ son los menos apropiados; los dos primeros por ser muy dudosa la correlación entre longitud y ancho del grano, y el tercero por incluir un dato culitativo (textura), que por otro lado alcanza valores relativamente elevados. Los índices más apropiados de las caracte — rísticas cuantificadas de la mazorca son:

$$\frac{(1 - 10)^2}{(\text{diam. medio})^2} \text{ y } \frac{1 \times \text{II } r^2}{3} (\text{"volumen de mazorca".})$$

Por las razones enumeradas anteriormente, se utilizaron finalmente los índices: volumen de 50 granos y "volumen de la mazorca". Para la representación gráfica a partir de estos ín dices se consideró el problema de la escala adecuada a seguir en ambos ejes. la fig. 5 muestra que a intervalos de 2 y 15 cm³ (para volumen de cincuenta granos y "volumen de mazorca", respectivamente), las curvas de frecuencia son similares, lo que permite indicar las escalas de los ejes de coordenadas de la gráfica.

Las figs. 14, 15, 16 y 17 muestran colectas originales de los estados de México y Puebla, comparadas con las reproducidas en Chapingo. Se observa que los valores de las reproducciones son menores que en las colectas originales, por lo que se desecha la hipótesis que se había establecido en el sentido de que esas colectas sembradas en un mismo medio favorable (con fertilización, riego y tierra apropiada) deberían superar

Fig. 5

117 colectas
originales del
oriente del
estado de
México (1971)

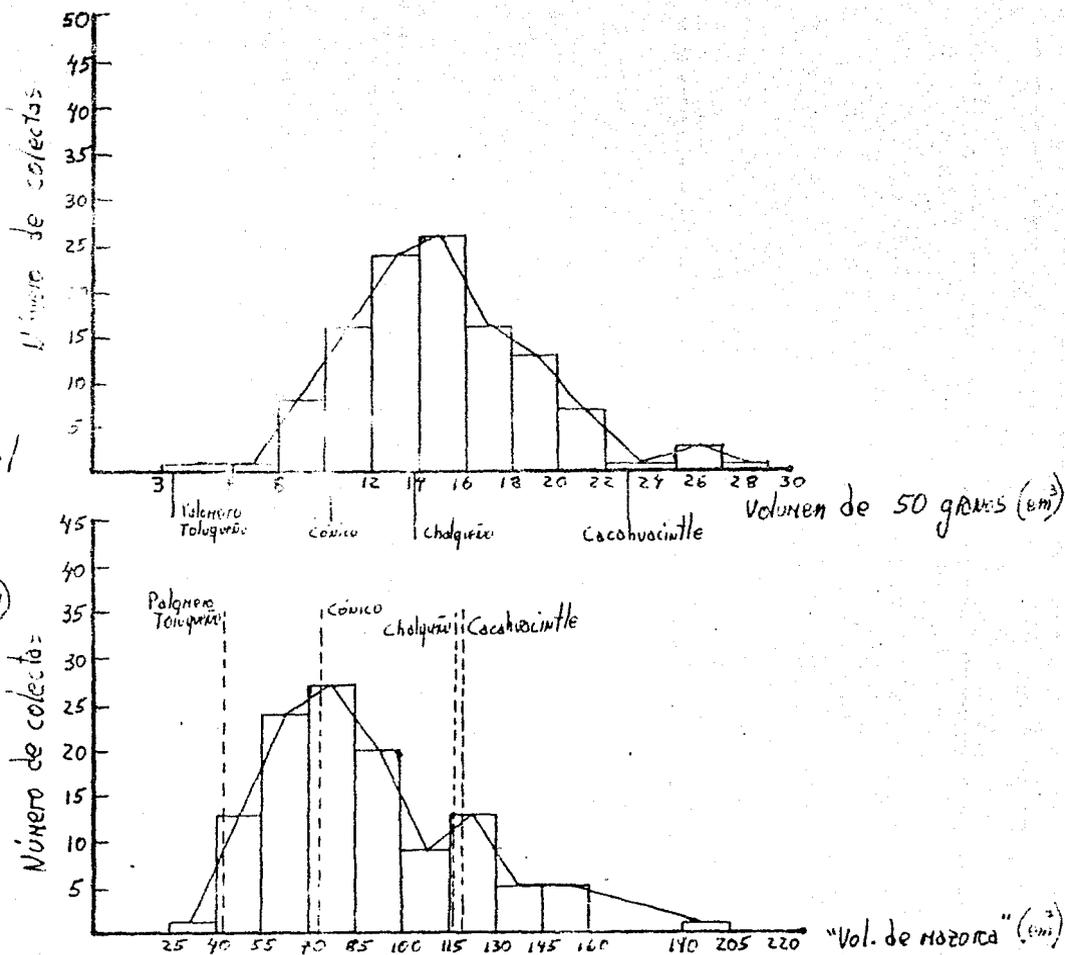


FIGURA No. 6

	62 COLECTAS ORIGINALES DEL ORIENTE DEL ESTADO DE MEX.				62 COLECTAS REPRODUCIDAS DEL ORIENTE DEL EDO. DE MEXICO.			
	\bar{x}	s^2	s	C.V.	\bar{x}	s^2	s	C.V.
Volumen de mazorca (cm ³)	74.5	562.5	23.7	31.8	58.5	84.53	9.19	15.7
Volumen de 50 granos (cm ³)	13.7	15.8	3.98	29.1	10.2	3.1	1.76	17.2

los valores obtenidos de las colectas originales. Si bien es cierto que en la reproducciones se sembraron 50 000 plantas-- por hectárea. ; era de esperar que este efecto se redujera -- con la aplicación de riego y fertilización. A reserva del mejor conocimiento de la competencia debida a la densidad de -- siembra, las causas que pueden señalarse para explicar este -- hecho quedan comprendidas en errores de colecta, regresión ge-- nética y falta de adaptación de los materiales. En las gráfi-- cas se aprecia que existe la tendencia a mantenerse la corre-- lación entre los índices.

Gráficamente, el cambio en cada característica se mues-- tra en la figs. 26 y 30, siguiendo el método ya señalado en me-- todología. En todas ellas se observa una reducción en los va-- lores al reproducir las colectas en un mismo medio. El diáme-- tro mayor de la mazorca, el volumen y el peso del grano mues-- tran un comportamiento similar al reproducir; La longitud de-- la mazorca presenta mayor variabilidad.

La fig. 6 muestra el cambio en parámetros estadísticos-- de importancia para las características volumen de cincuenta-- granos y " volumen de mazorca".

Al comparar las desviaciones estándar se aprecia una ten-- dencia general de decrecimiento similar de los valores "volu-- men de mazorca" y volumen de cincuenta granos al reproducir -- el material en un mismo medio. De estas inferencias puede de-- cirse que, al haber un comportamiento similar ante un mismo -- medio, estos parámetros cumplen el requisitp de comportamien-- to correlacionado en diferentes medios necesarios para repre-- sentar la variación.

Los datos obtenidos por De la Loma (1947) y los datos - derivados de las gráficas presentadas en este trabajo, señalan que el índice "volumen de mazorca", por el hecho de utilizar el cuadrado del radio mayor, reduce el efecto de la mayor variabilidad de la longitud de la mazorca.

El estudio de poblaciones con influencia de Bolita y Tuxpeño no puede derivarse directamente de la gráfica final, puesto que lo que más diferencia a estas razas es el hecho de presentar mazorcas cilíndricas. La inclusión de marcadores en la gráfica final da una idea de la influencia de estas razas; los valores utilizados derivan del reconocimiento visual de las colectas.

La gráfica "volumen de mazorca" vs. volumen de cincuenta granos tiene los siguientes inconvenientes: 1) los husos de hibridación que se establecen entre las razas no están muy definidos en la gráfica, no estableciendo contrastes marcados en la posición de las mismas; 2) los valores de estos índices no permiten contrastar gráficamente las diferencias entre las razas. Para eliminar estas deficiencias podría utilizarse los índices $(\frac{\text{longitud de mazorca} - 10}{\text{diámetro mayor}})^2$ vs. $(\text{peso de 100 granos})^2$

El primero alcanza los siguientes valores: Palomero Toluqueño 0.003; Cónico, 0.7; Chalqueño, 1.5; Cacahuacintle, 0.92. Al utilizar el cuadrado del peso de cien granos se harían muy marcadas las diferencias raciales existentes, además de tener la ventaja de utilizar mayor número de granos. La representación gráfica podría hacerse utilizando papel semilogarítmico: el eje logarítmico sería para el cuadrado del peso de cien granos y el eje aritmético para el índice de caracteres de ma

zorca (que considera en la misma proporción la magnitud numérica de los parámetros longitud y diámetro de la mazorca).

5.3. Papel del hombre en la selección bajo domesticación; inferencias obtenidas a partir de la observación y la exploración etnobotánica realizada en la parte oriental de estado de México, con relación a la evolución bajo domesticación del maíz.

Los datos obtenidos en el campo sugirieron la idea de - que los campesinos, a través del tiempo, han seleccionado y - mantenido maíces resultantes de todas las cruza interraciales teóricamente posibles de entre las 4 razas principales (Palomero Toluqueño, Cónico, Chalqueño y Cacahuacintle), así como variantes interraciales de importancia para determinadas condiciones, usos y costumbres.

Las posibilidades de hibridación entre razas son:

	PALOMERO	CONICO	CHALQUEÑO	CACAHUACINTLE
PALOMERO TOLUQUEÑO		X	X	X
CONICO			X	X
CHALQUEÑO				X
CACAHUA- CINTLE				

En épocas antiguas, las hibridaciones entre Palomero Toluqueño y Cacahuacintle dieron origen a Cónico, la raza más difundida en la actualidad en el área de estudio. (Wellhausen et al., 1951, p.87). Las retrocuzas entre Cónico y Palomero Toluqueño han establecido tipos con fuerte influencia de Palomero Toluqueño en Cónico, adaptados a microhabitats especiales; se siembra en altitudes mayores a 2600 m.s.n.m. Los cruzamientos entre Cónico y Chalqueño han dado origen a poblaciones intermedias, como se aprecia en las gráficas presentadas. La influencia de Cacahuacintle en Cónico se ha manifestado también de una forma indirecta, a través de la subraza Elotés Cónicos, de mayor precocidad que Cónico y con usos especiales (elotero), aunque se utiliza también para nixtamal. Con relación a este punto, Wellhausen et al. (1951, p.94) mencionan que "estos maíces eloteros semejantes al Cónico parecen haberse originado mediante una intervención genética muy fuerte del Cónico en un maíz harinoso altamente pigmentado y afín al Cacahuacintle". Existe un grupo de maíces rojos llamados "xitocle", muy semejantes en cuanto a sus características a los morados; estos maíces se cultivan en pequeña escala, frecuentemente unos cuantos granos en toda una milpa. Estos maíces se utilizan con fines ceremoniales; sirven para hacer "limpias", y existe la creencia de que evitan que el maíz se "enchahuixtle" (en término general, cualquier plaga o enfermedad); se utiliza para preparar "burritos" (maíz tostado al comal, cubierto con piloncillo).

La influencia de Cacahuacintle en Chalqueño puede estar representada por los maíces denominados "palomo", con granos muy grandes semejantes en forma a Chalqueño, pero de textura completamente harinosa, como Cacahuacintle. Estos maíces se siembran en pequeña escala. En las pocas muestras que se colectaron de este tipo se obtuvieron indicaciones de que es --

sembrado tradicionalmente por gente de edad avanzada, que lo vende para mantenerse. El hecho de que este maíz tenga las características apreciadas de Cacahuacintle con la ventaja de tener grano más grande puede aplicarse su existencia, determinada por el mercado, a pesar de ser sembrado en escala muy pequeña. Este caso puede ejemplificar lo mencionado por Wellhausen et al. (1951, p. 216): "...no todas las variedades encontradas en México pueden ser clasificadas dentro de razas y subrazas. La mayoría de las variedades recolectadas son mezclas recientes de dos o más razas. La continuación de estos estudios seguramente conducirá a la identificación de nuevas razas en el futuro". Puede ocurrir que la selección artificial de determinados tipos sea bastante antigua, pero la pequeña escala en que se siembra no permita una manifestación amplia de sus características, impidiendo también una estabilización genotípica que permita reconocerlas como subrazas o razas.

Además de estas variantes interraciales existen variantes que probablemente sean producto de diferenciación intrarracial, que muestran también la influencia del hombre. En algunas partes altas (aprox. 2750 m.s.n.m.) se prefieren maíces de tipo Cónico con fuerte influencia de Palomero Toluqueño, en tanto que en otras semejantes se prefieren maíces de tipo Cónico de color amarillo. Estas observaciones hacen llegar a la conclusión de que no existen criterios ni preferencias iguales entre los campesinos de una misma región, lo que contribuye a la variabilidad del maíz.

La variación morfológica intrarracial en Chalqueño es menos notable que la de Cónico. Como Chalqueño es una raza sembrada en condiciones agronómicas más favorables que Cónico, es de esperar que la selección humana tienda más hacia mazorcas y granos grandes que hacia la selección de tipos resistentes a-

condiciones ecológicas limitantes o para usos especiales, ya que parece existir correlación entre el número de variantes mantenidas y el grado de desarrollo socioeconómico de la comunidad. La primera apreciación encuentra apoyo en algunos datos obtenidos por comunicación directa con los agricultores durante la exploración para la recolecta: hay campesinos que seleccionan granos pesados para la siembra, porque venden parte o incluso toda la cosecha en un mercado basado en peso del producto. Si bien en la región donde prospera el Chalqueño hay criterios de selección que no se encuentran en regiones "menos prósperas" donde se cultiva Cónico, la tendencia observada es que en estas últimas hay mayor número de variantes, por ser además menor uniformes en cuanto a sus variaciones ecológicas. En las gráficas incluidas se observa la gran capacidad de Chalqueño de presentar amplia variabilidad en las características volumen y peso de grano y dimensiones de la mazorca. Este efecto podría señalar la influencia de estirpes mejoradas por fitomejoradores.

Con relación a la selección de la semilla por los agricultores se observaron las siguientes variantes: a) a partir del material cosechado; b) de introducciones de otras regiones agrícolas; c) con atención a características llamativas tales como mazorcas ramificadas, o a usos y adaptaciones especiales.

5.4. Evaluación de resultados.

Las características de grano y mazorca consideradas permiten diferenciar poblaciones de las razas más ampliamente distribuidas en la región de la Mesa Central muestreada, puesto que estas mismas características fueron utilizadas en la descripción de estas razas.

En este trabajo, la aplicación de las metodologías gráficas presenta deficiencias: a) no se prosiguió hasta sus fases más avanzadas las secuencias de conjugación en índices; b) si bien los índices utilizados reflejan conjugativamente las diferencias más notables de las razas bajo estudio, no permiten la manifestación clara de husos de hibridación. Sin embargo, se puede afirmar que aún utilizando otros índices y separando más en el papel los núcleos raciales, se seguirá presentando un continuo genético.

En la parte central del estado de Puebla hay infiltración genética de razas como Bolita y Tuxpeño, según lo demuestran los indicadores radiales en la gráfica 13. Se utilizaron indicadores radiales, puesto que los índices mencionados no permiten identificar las hibridaciones de estas razas con Cónico y Chalqueño. En sí, estas infiltraciones merecen atención, debido a que plantean el interrogante del mantenimiento de estas influencias genéticas en una región ecológica denominada por Cónico y Chalqueño durante un largo período.

La evaluación fenotípica obtenida a partir de análisis-gráficos es suficientemente aproximada para conocer las tendencias generales de variación morfológica de los maíces estudiados, antes de recurrir a los análisis estadísticos.

6.- DISCUSION.

La variación continua en las poblaciones de maíz, planta alógama, cultivada y de amplia distribución, hace más complicado el establecer una decisión taxonómica de cada una de las poblaciones, pero esta misma continuidad hace posible el-

estudio de la dinámica evolutiva.

Al establecerse el concepto de raza se permitió la posibilidad de estudiar los fenómenos evolutivos causantes de la amplia diversidad en el maíz. El concepto de raza parte de la necesidad de establecer esquemas filogenéticos ordenados y coherentes de la variación natural, aunque el mismo principio de continuidad en la variación genética impone reflexionar en los mecanismos de diferenciación, para evaluar el significado de la variación poblacional.

La aplicación de técnicas biosistemáticas para definir la naturaleza de la variación morfológica demuestra que las poblaciones descritas presentan una distribución continua entre las poblaciones tipificadas como razas.

La división en razas del Complejo Piramidal Mexicano -- descrito por Kuleshov (1930) y Anderson y Cutler (1942) fue resultado de un análisis filogénético, pero esta división no permite la comprensión de la variación a todo lo largo de este complejo mostrado en las gráficas presentadas.

Los resultados obtenidos en este estudio son un paso preliminar en la comprensión de la variación genética que permita descubrir mecanismos de diferenciación a nivel infrarracial. Los datos obtenidos durante la exploración para la recolección y la observación de muestras sugieren que los agricultores han seleccionado poblaciones resultantes de cruces entre las razas Palomero Toluqueño, Cónico, Chalqueño y Cacahuacintle, así como variantes derivadas probablemente de diferenciación intrarracial, por su utilidad para determinados usos o condiciones del medio. Las variaciones que se encuentran en los maíces es

estudio de la dinámica evolutiva.

Al establecerse el concepto de raza se permitió la posibilidad de estudiar los fenómenos evolutivos causantes de la amplia diversidad en el maíz. El concepto de raza parte de la necesidad de establecer esquemas filogenéticos ordenados y coherentes de la variación natural, aunque el mismo principio de continuidad en la variación genética impone reflexionar en los mecanismos de diferenciación, para evaluar el significado de la variación poblacional.

La aplicación de técnicas biosistemáticas para definir la naturaleza de la variación morfológica demuestra que las poblaciones descritas presentan una distribución continua entre las poblaciones tipificadas como razas.

La división en razas del Complejo Piramidal Mexicano -- descrito por Kuleshov (1930) y Anderson y Cutler (1942) fue resultado de un análisis filogénético, pero esta división no permite la comprensión de la variación a todo lo largo de este complejo mostrado en las gráficas presentadas.

Los resultados obtenidos en este estudio son un paso preliminar en la comprensión de la variación genética que permita descubrir mecanismos de diferenciación a nivel infrarracial. Los datos obtenidos durante la exploración para la recolecta y la observación de muestras sugieren que los agricultores han seleccionado poblaciones resultantes de cruzas entre las razas Palomero Toluqueño, Cónico, Chalqueño y Cacahuacintle, así como variantes derivadas probablemente de diferenciación intrarracial, por su utilidad para determinados usos o condiciones del medio. Las variaciones que se encuentran en los maíces es

tudiados son resultado de distintas combinaciones de genes, e que muestran mecanismos de selección artificial.

Para entender la dinámica de la variación genética y poder definir las categorías taxonómicas de las poblaciones de maíz estudiadas, conviene diferenciar los términos variación-interracial y variación intrarracial; las variantes intrarraciales serían aquellas resultantes de diferenciación de poblaciones de una raza, en tanto que las variantes interraciales serían producto de cruza y recombinaciones entre poblaciones de cuando menos dos razas.

Para tratar de comprender la variación del maíz en la región estudiada se plantea el siguiente esquema simplificado, considerando las directrices de los mecanismos a partir de los que pueden derivarse modificaciones genéticas que expliquen la existencia de variantes y nos permitan enfocar experimentalmente la variación en un continuo genético:

1.- Variantes interraciales.

a) Formación de variantes en las poblaciones de una raza, en donde la deriva genética debido al aislamiento espacial y selección artificial de mutaciones o recombinaciones da como resultado un bajo grado de diferenciación morfológica. La estabilidad genética se mantendrá si se mantiene el aislamiento (fig. 43 y 44).

b) Si por medio de este mecanismo se siguen acumulando mutaciones en un grupo, con el transcurso del tiempo puede llegarse a reconocer una subraza.

2.- Variantes interraciales.

a) Poblaciones inestables.- A través de infiltraciones y recombinaciones continuas entre razas, no existiendo mecanismos de aislamiento, se formarán poblaciones que no presentarán estabilidad genética. (figs. 40,48,49).

b) Poblaciones típicas de una raza con características unigénicas o debidas a pocos genes presentes en otra raza.- Si por medio de infiltraciones entre razas la selección artificial favorece el mantenimiento de algunas características de una raza en el genotipo de poblaciones de otra, de tal manera que pueda seguirse reconociendo a la población resultante como perteneciente a la raza con la que comporte el mayor número de características significativas, este mecanismo puede ser fuente de diferenciación. La estabilidad genética dependerá del aislamiento y de la selección artificial (figs. 42- y 46).

c) Formación de subrazas. Si las hibridaciones y recombinaciones entre poblaciones de dos razas permite reconocer la mayor influencia de una sobre otra, incluyendo más genes que en el caso anterior, y existe selección artificial que favorezca a estas poblaciones híbridas, pueden formarse subrazas a través del tiempo. El grado de estabilidad genética alcanzada dependerá del tiempo de formación (fig. 45).

d) Formación de razas incipientes.

I.- Si por selección artificial, determinada por múltiples necesidades, las poblaciones del punto anterior acumulan mutaciones y recombinaciones, la diferenciación puede llegar-

a permitir reconocer una raza incipiente. Al igual que en el punto lb, para que esto ocurra son necesarios una estricta selección y aislamiento durante un período suficientemente largo. En este caso la raza formada no podrá considerarse como híbrida.

II.- Si la infiltración entre dos razas se manifiesta - en poblaciones híbridas con herencia intermedia, pueden formarse razas incipientes con el transcurso del tiempo, si la selección artificial tiende a aislar estas poblaciones (fig. 47).

Para profundizar en el conocimiento de los mecanismos de selección artificial y poder definir las categorías taxonómicas infrarraciales, es posible realizar pruebas biosistemática que indiquen el grado de diferenciación y de aislamiento. Después de realizados los estudios biosistemáticos como los de este trabajo, sería necesario:

1) Ampliar la información relacionada con los aspectos agronómicos, ecológicos y humanos que favorezcan el mantenimiento de las variantes.

2) Escoger aquellas poblaciones que sugieran selección artificial por sus características de grano y mazorca, o de otra naturaleza (consecuencia de observaciones de campo) para realizar los estudios biosistemáticos que se mencionan posteriormente.

3) Sembrar las colecciones escogidas en condiciones ambientales favorables a cada una de ellas, con objeto de obte-

ner la regresión genética de cada población y determinar el tamaño de muestra apropiada para el estudio del grado y naturaleza de la diferenciación y aislamiento.

4) Analizar estadísticamente la variación morfológica de las poblaciones restablecidas para evaluar el grado de uniformidad morfológica de las mismas.

5) A partir de autofecundaciones sería posible conocer la estabilidad genética alcanzada a inferir los probables progenitores.

6) Puede plantearse la corroboración experimental al interrogante de si a un mismo "tipo" morfológico hay tipos fisiológicos que sugieran aislamiento y diferenciación, y que permitan estudiar la variación en un contexto más amplio. Los ensayos experimentales pueden basarse en el análisis de la duración del período germinación-floración y floración-maduración.

El estudio de la dinámica evolutiva entre las poblaciones de las razas de maíz presentes en el área de estudio puede ser de gran interés, tanto para la mejor comprensión de los mecanismos comprendidos en la evolución bajo domesticación de una planta alógama de amplia distribución espacial y temporal, como por las implicaciones prácticas que supondría el estudio detallado de la naturaleza y grado de diferenciación, uniformidad y aislamiento, en conexión con el medio físico y humano.

La evaluación morfológica de fenotipos, tal como se plantea en este trabajo a partir de la gráfica volumen de mazorca

vs. volumen de 50 granos es de utilidad al fitomejorar, porque señala tentativamente las poblaciones disponibles para fitomejoramiento.

Si desde un punto de vista estrictamente taxonómico muchas poblaciones no habrán conseguido diferenciarse a tal grado que podamos reconocer en ellas características estables, el estudio de los mecanismos que determinan la selección artificial puede tener interés adicional al fitomejorador por el estudio de particularidades de adaptación y diferenciación.

7.- CONCLUSIONES.

PRIMERA:- Las poblaciones descritas forman un continuo en torno a los complejos raciales descritos por Wellhausen et al. (1951): Palomero Toluqueño, Cónico, Cónico subraza Elotes, Chalqueño y Cacahuacintle. Esto señala una infiltración genética recíproca continua entre las poblaciones.

SEGUNDA:- Aunque la mayoría de las poblaciones estudiadas representan recombinaciones inestables que no merecen reconocimiento taxonómico, algunas poblaciones de este continuo indican una estabilidad genética incipiente como consecuencia de la selección humana por precocidad, adaptación a habitats específicos y por preferencia para ciertos usos culinarios (elotes, pozole, tamales, maicena, etc.)

TERCERA:- Para situar las poblaciones descritas en categorías taxonómicas es necesario estudiar la posible diferenciación conseguida a partir de la selección humana de mutaciones y recombinaciones génicas, así como el efecto de la selección natural y artificial sobre variantes fisiológicas. --

Desde este punto de vista quizá fuera conveniente reconocer - nuevas categorías infrarraciales; de cualquier modo, el estudio detallado de los mecanismos de diferenciación y aislamiento permitiría comprender mejor el proceso de evolución bajo domesticación.

8.- RESUMEN .

Se tomaron datos de 406 colectas reunidas por investigadores en fitomejoramiento y por el autor. Tomando en cuenta - los resultados de Goodman y Paternini (1969) acerca de la - constancia de las características morfológicas de grano y mazorca, se procedió al análisis inicial para definir las características de mazorca y grano para el estudio biosistemático. De los resultados anteriores se definieron los índices para la representación gráfica de la variación de las poblaciones bajo estudio: volumen de grano --volumen de mazorca. Las poblaciones forman un continuo en torno a los complejos raciales - descritos por Wellhausen et al. (1951): Palomero Toluqueño, - Cónico, subraza Elotes Cónicos, Chalqueño y Cacahuacintle. En la parte central del estado de Puebla se encontró influencia de Bolita, y probablemente de Tuxpeño, en una proporción aproximada de 27%. Todo esto señala una infiltración genética recíproca continua entre las poblaciones. La mayoría de las poblaciones estudiadas representan recombinaciones inestables - que no merecen reconocimiento taxonómico. Para definir los - conjuntos de valor taxonómico infraespecífico es necesario hacer pruebas de estabilidad genética. Algunas recombinaciones de este continuo indican una estabilidad genética incipiente - como consecuencia de la selección por los agricultores por precocidad, por adaptación a nichos ecológicos específicos y por preferencia para ciertos usos culinarios (elotes, pozole, tamales, maicena, etc.)

9.- BIBLIOGRAFIA CITADA.

Anderson, E. 1944. Homologies of the ear and tassel in Zea mays. Ann. Mo. Bot. Gard. 31: 325-344

_____ 1949. Introgressive hybridization. Wiley & Sons. N.Y.

_____ 1946. Maize in Mexico, a preliminary survey. Ann. Mo. Bot. Gard. 33: 147-247

_____ y Cutler, H.C. 1942, Races of Zea mays : I Their recognition and classification. Ann. Mo. Bot. Gard 29: 69 - 89

Bautista R., N. 1949. Tipos de maíz en la Mesa Central. Tesis profesional, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

Benson, L. 1962. Plant taxonomy. The Ronald Press Co. - New York.

Bird, R.M. 1971. Multivariate and quantitative studies of maize systematics and genetics. Maize Genetics Corp. News Letter. 45: 116-169

Camp, W.H. y Gilly, C.L. 1943. The structure and origin of species. Brittonia 4: 323-385.

Cortaza, C. 1970. Correlaciones genéticas y respuestas-correlacionadas en caracteres de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México.

Cutler, H.C. 1946. Races of maize in South America. Bot. Mus. Leaflet, Harvard Univ. 12: 257-291. Cambridge, Mass.

De La Loma, J.L. 1947. Estudio biométrico de algunos caracteres de la mazorca de maíz y de la correlación entre ellos. Chapingo 15: 79-80.

Dobzhansky, T. 1966. La evolución, la genética y el hombre. EUDEBA: Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina.

Goodman, M.M., y Paterniani, E. 1969. The races of maize III: Choices of appropriate characters for racial classification. Econ. Bot. 23: 265-273.

Harris, G. Agricultural systems, ecosystems and the origins of agriculture. In Ucko, P.J. y Dimbleby, G.W. (eds). 1969. The domestication and exploitation of plants and animals. Gerald Duckworth & Co. London.

Hernández X., E. 1970. Apuntes sobre la exploración etnobotánica y su metodología. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

----- y Alanís Flores, G. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. Agrociencia, Vol. 5 No. 1. Chapingo México,

Kuleshov, N.N. 1930. The maize of Mexico, Guatemala, Cuba, Panama and Colombia. In Bukasov, S.M. 1930. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. Bull. Appl. Bot., Gen. & Pl. Breed. 20: 506-510.

Lawrence, G.H.M. 1964. Taxonomy of vascular plants. The Macmillan Co. New York.

Longley, A.E. y Kato, A.T. 1965. Chromosome morphology of certain races of maize in Latin America. International Center for the improvement of maize and wheat. Res. Bull. I. Chapingo, México.

Mangelsdorf, P.C. 1952. Hybridization in the evolution of maize. In: Gowen, J.W. (ed.). 1952. Heterosis - a record of researches directed toward explaining and utilizing the vigor of hybrids. Iowa State College Press.

-----, Mac Neish, R.S. y Galinat, W.C. 1967. Prehistoric wild and cultivated maize. IN Byers, D.S (ed.). 1967. The prehistory of the Tehuacan Valley. Univ. of Texas Press. I: 178-200.

Mayr, E. 1942. Systematics and the origin of species. Columbia Univ. Press. New York.

Neuffer, M.G., Jones, L. y Zuber, M.S. 1968. The mutants of maize. Crop Science Society of America.

Rensch, B. 1959. Evolution above the species level. John Willey and sons. New York.

Sinnot, E.W., Dunn, L.C. y Dobzhansky, T. 1961. Principios de Genética. Ed. Omega. Barcelona.

Wellhausen, E.J., Roberts, L.M. y Hernández X., E., en colaboración con P. C. Mangelsdorf. 1951. Razas de Maíz en México. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios - Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México.

Whyte, R.O. 1958. Prospección, recogida e introducción de especies vegetales. FAO. Estudios Agropecuarios, No. 41. Roma.

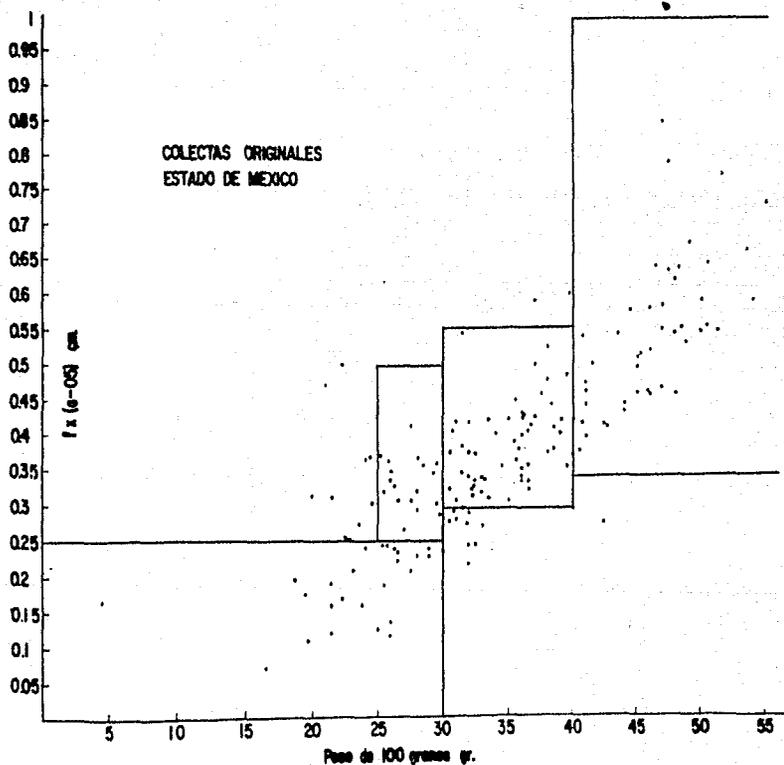


Fig. 7. El primer cuadro, de izquierda a derecha, muestra colectas de Palomero Toluqueño, Cónico X Palomero Toluqueño y algunas de la subraza Elotes Cónicos; el segundo cuadro representa colectas de Cónico y Elotes Cónicos; el tercero muestra hibridaciones entre Cónico y Chalqueño y el cuarto poblaciones de Chalqueño.

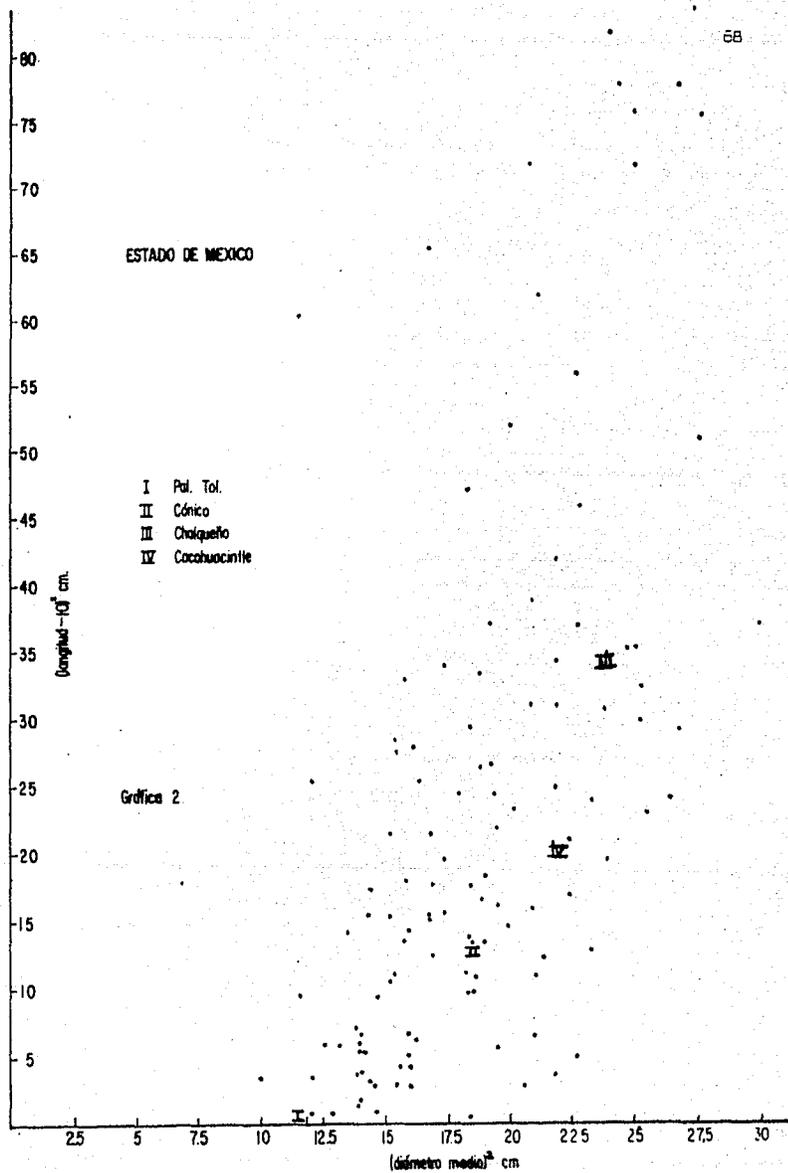


Fig. 8

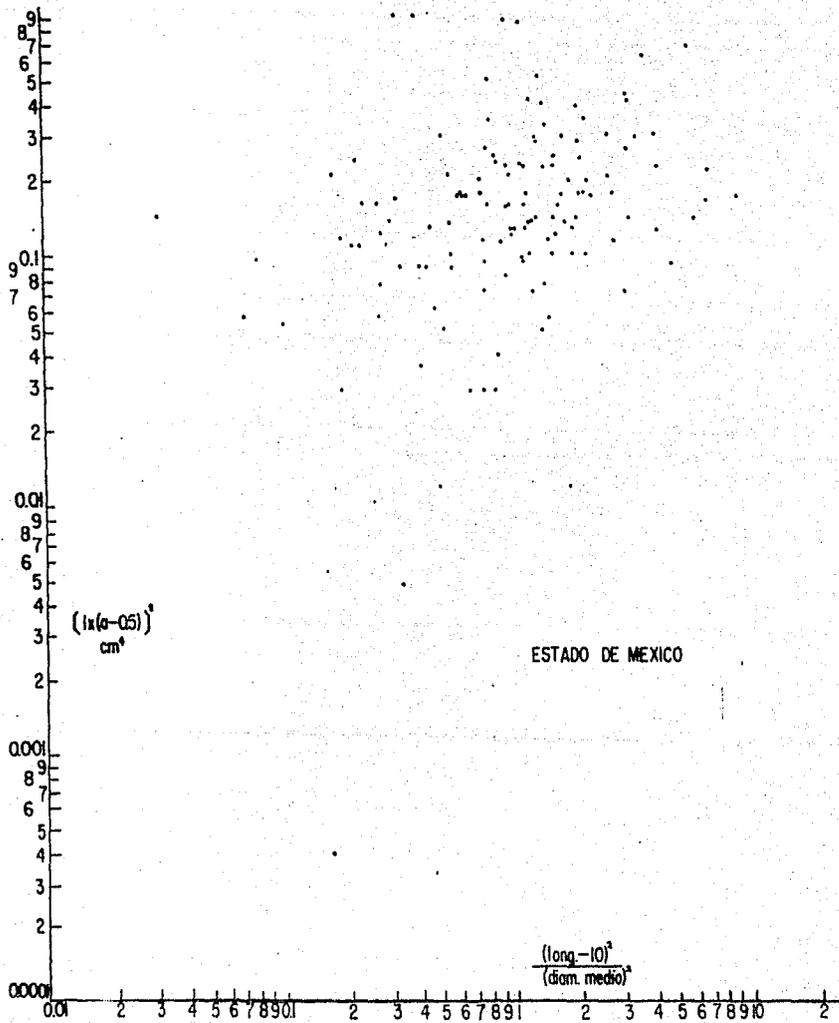
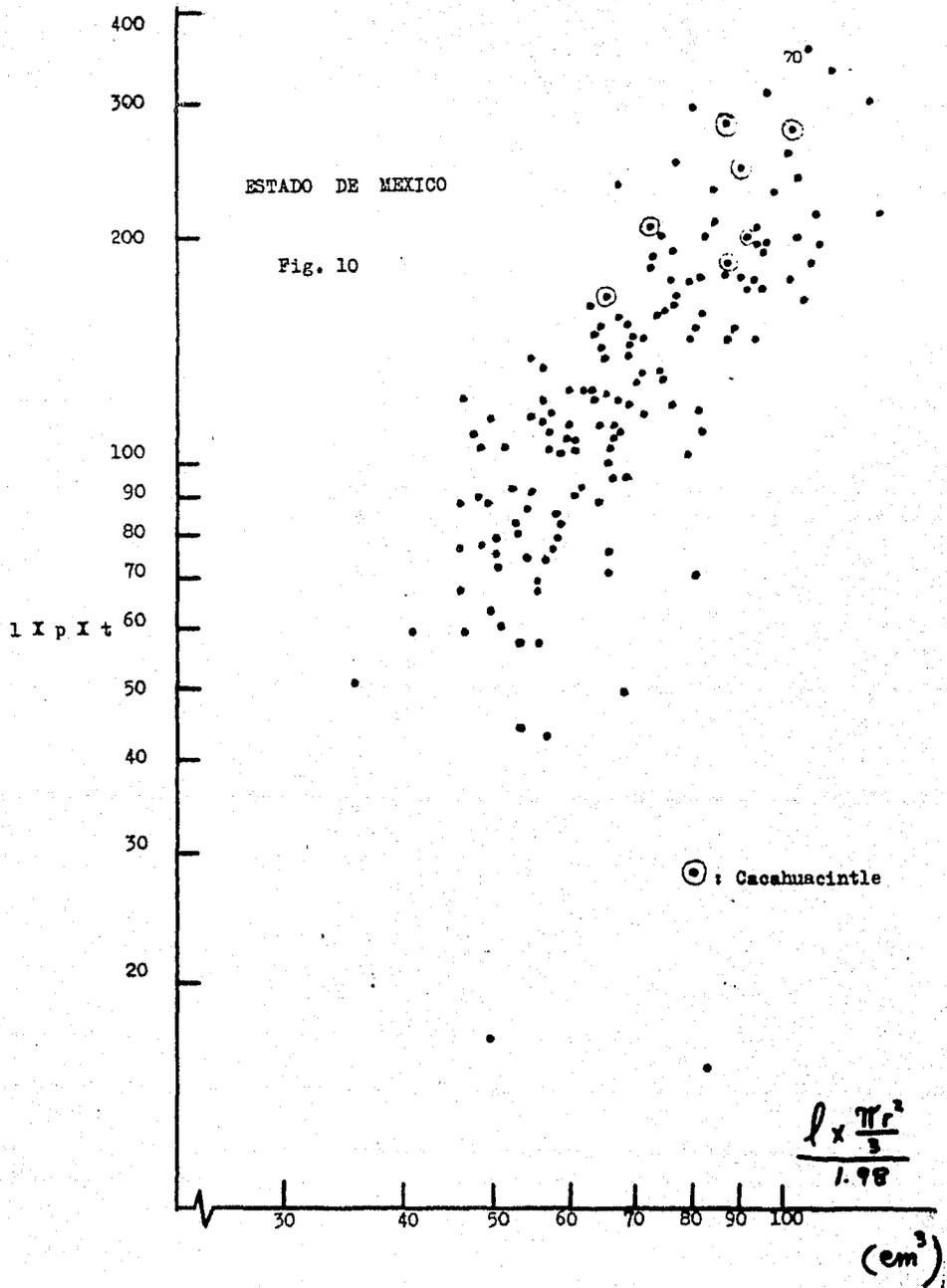
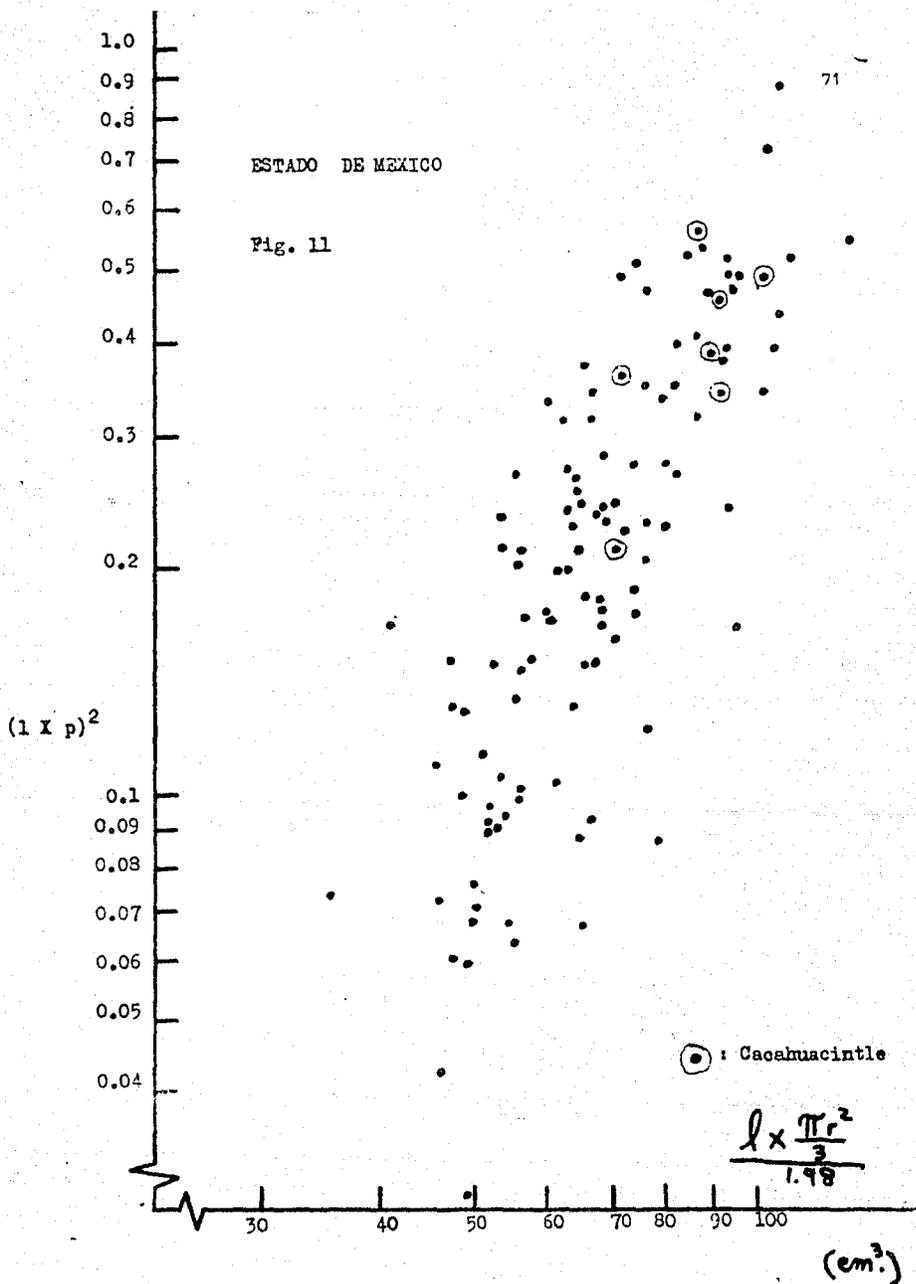


Fig. 9





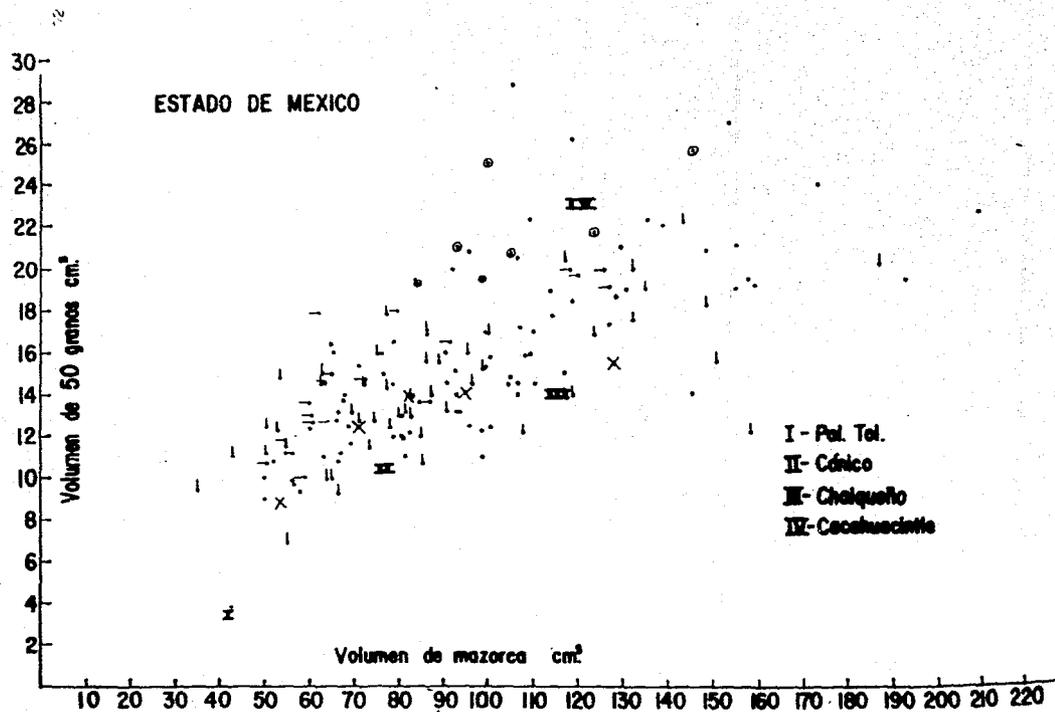


Fig. 12

- | granos amarillos
- granos azules
- X granos rojos
- ⊙ Cacahuacintle

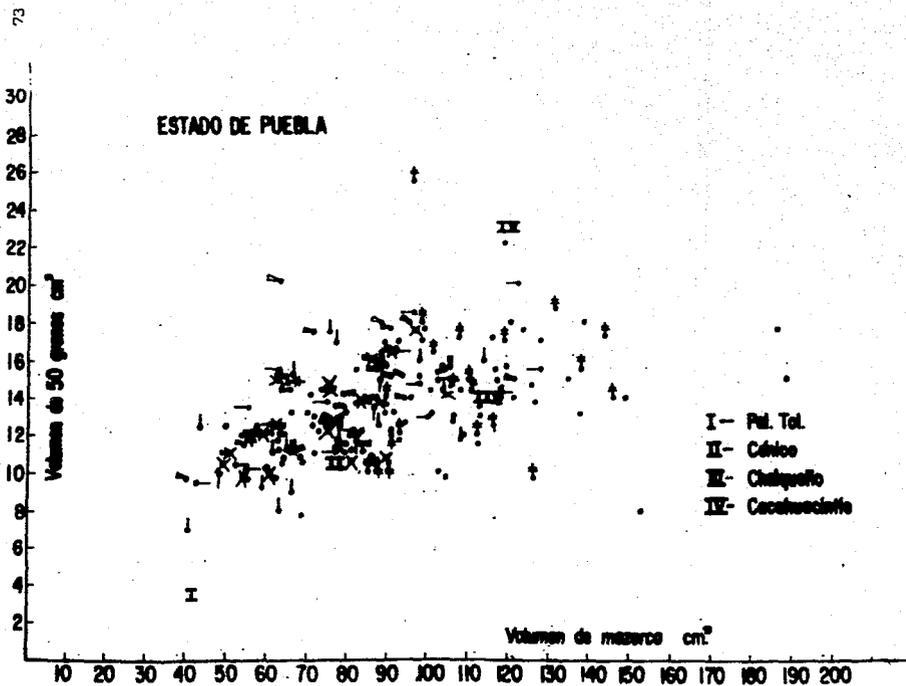


Fig. 13

-
- granos amarillos
- + +
- influencia de Tuxtepec
-
- granos azules
- △
- influencia de Bolita
- X
- granos rojos

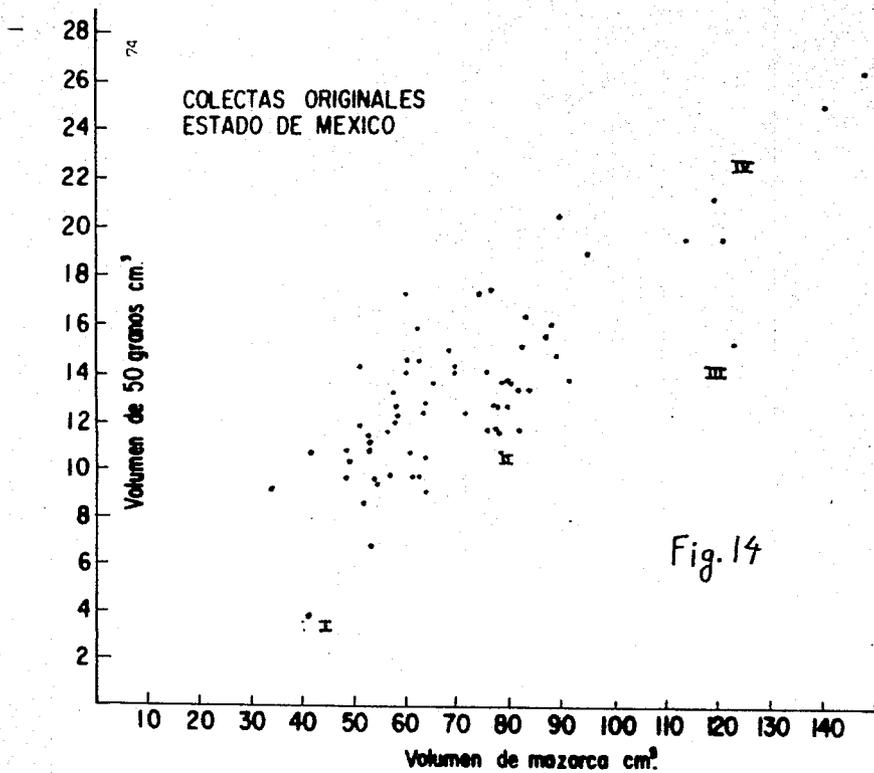


Fig. 14: 67 colectas originales del oriente del estado de México, representando poblaciones de Cónico, principalmente

- I : Palomero Toluqueño
- II : Cónico
- III : Chalqueño
- IV : Cacahuacintle

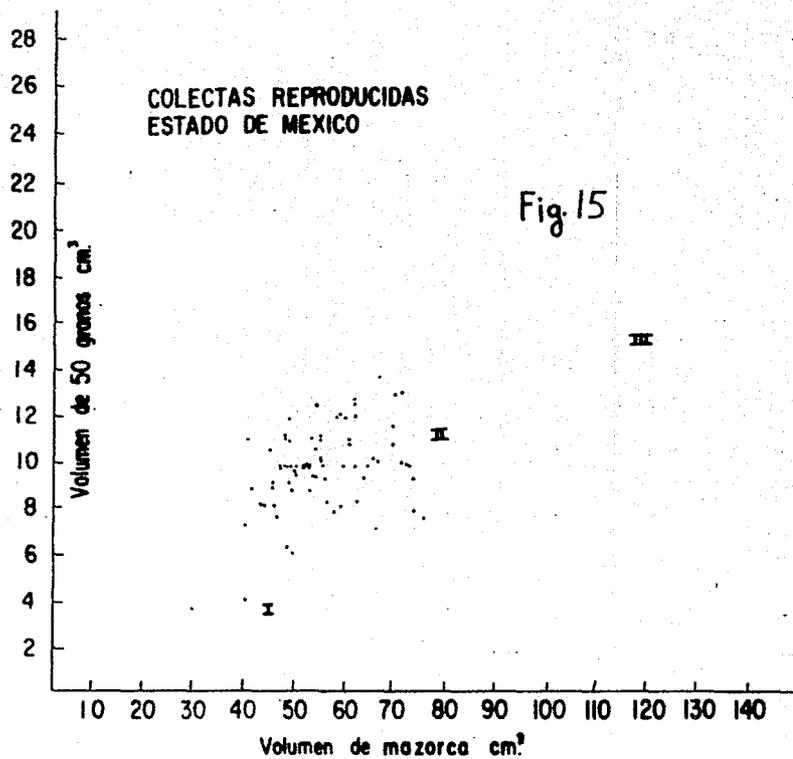


Fig. 15 : Las mismas colectas de la Fig. 14, reproducidas en Chapingo en un mismo medio. Se aprecia que ambos parámetros tienden a comportarse de la misma manera en medios diferentes.

I : Palosero Toluqueño
 II : Cónico
 III : Chalqueño

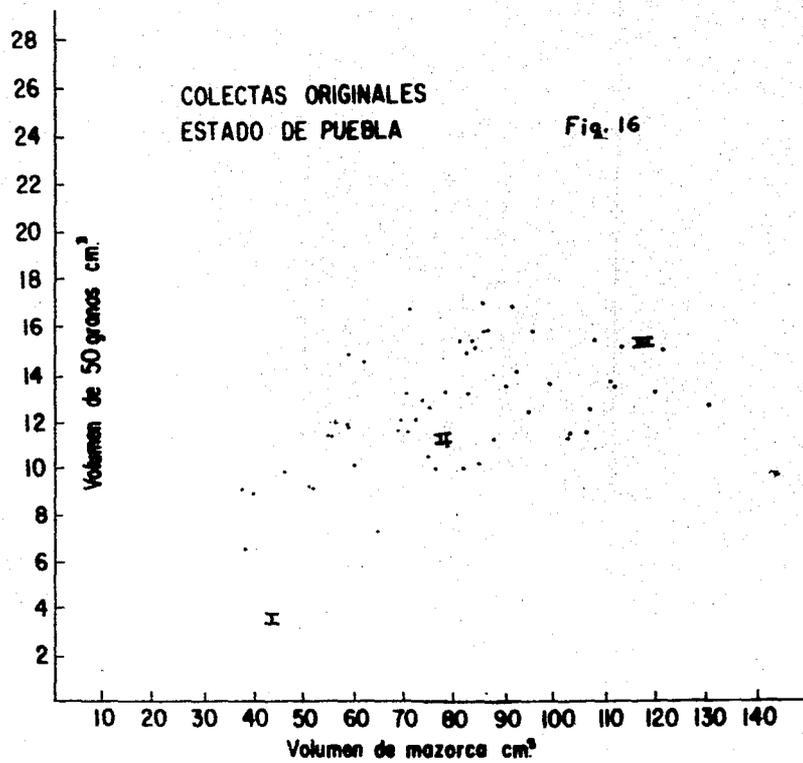


Fig 16 : 67 colectas originales del centro del estado de Puebla, representando poblaciones de Cónico, principalmente.

I : Palomero Toluqueño
 II : Cónico
 III : Chalqueño

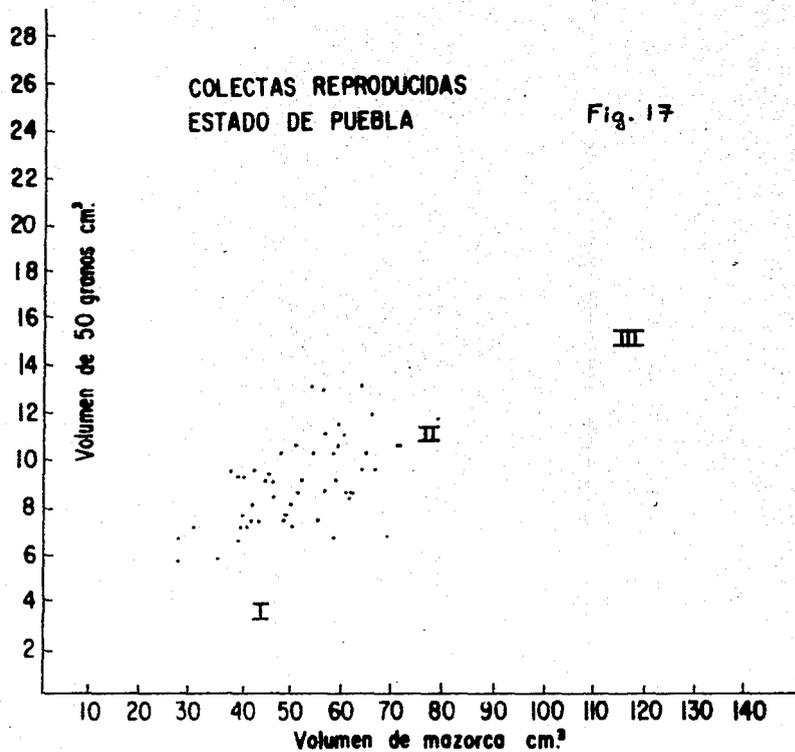


Fig. 17 : Las mismas colectas de la Fig. 16, reproducidas en Chapingo en un mismo medio. Se aprecia que ambos parámetros tienden a comportarse de la misma manera al sembrarse en diferentes medios

I : Palomero Toluqueño
 II : Cónico
 III : Chalqueño

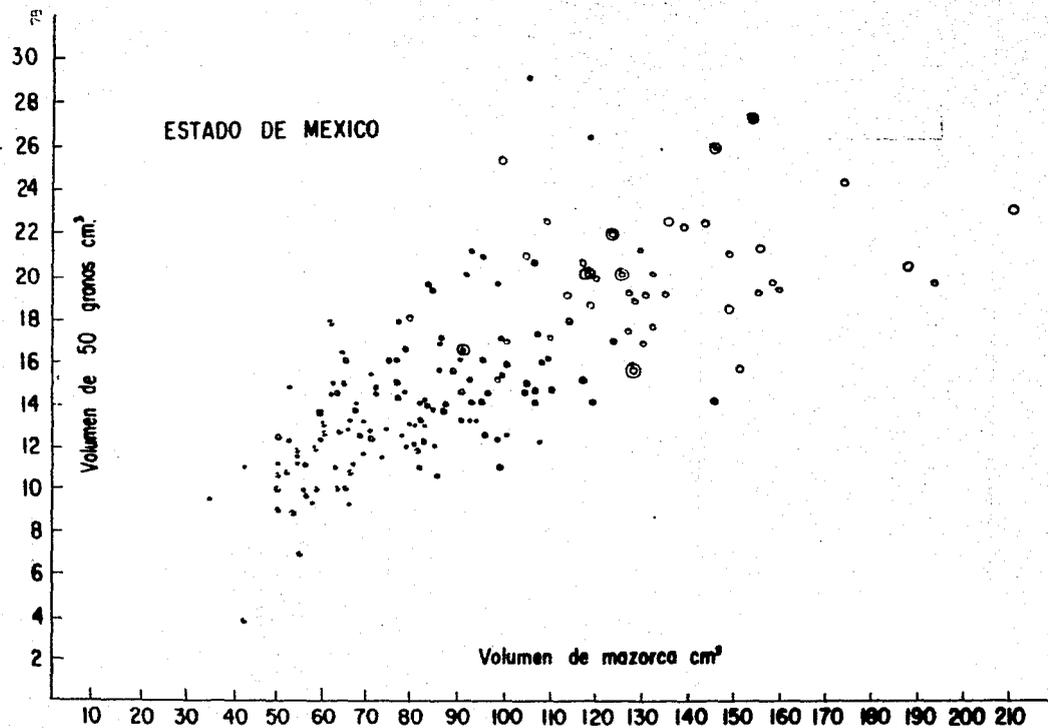


Fig. 18

- Chalqueño
- Cónico x Chalqueño
- Cónico

- ① Palomero Toluqueño; Pal. Tol. x Cónico; subraza Elotes Cónicos
- ② Cacahuacintle
- ③ Chalqueño x Cacahuacintle

79
60 colectas
del estado
de México,
reproducidas
en 1963

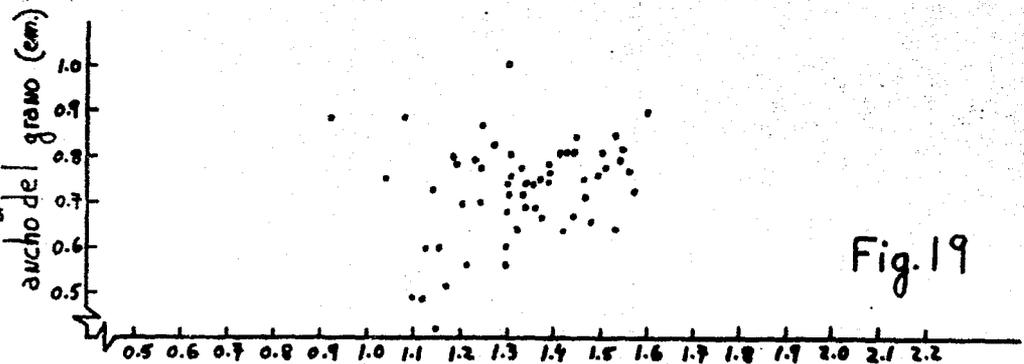


Fig. 19

126 colectas
del estado
de México
(originales,
1971)

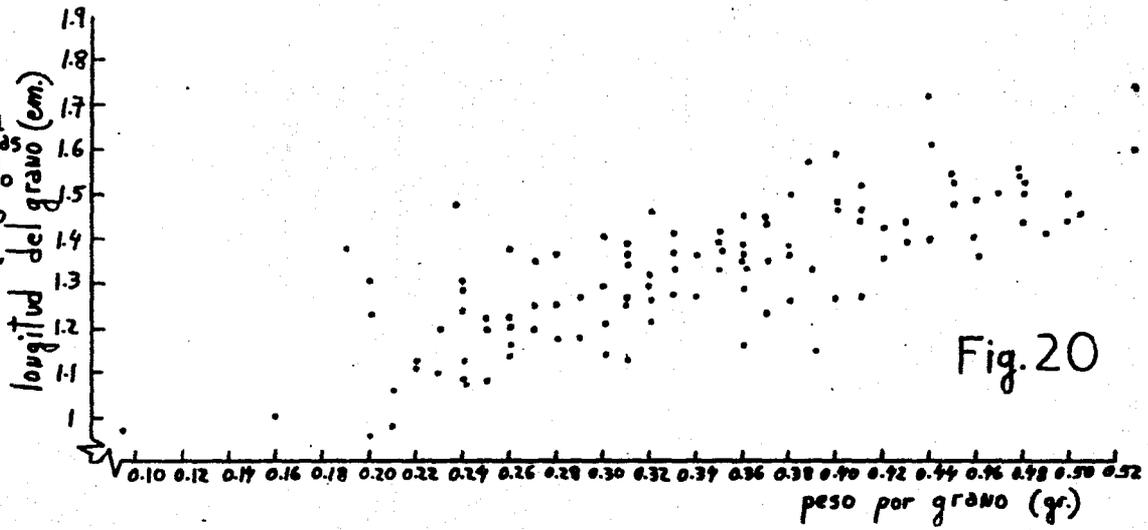
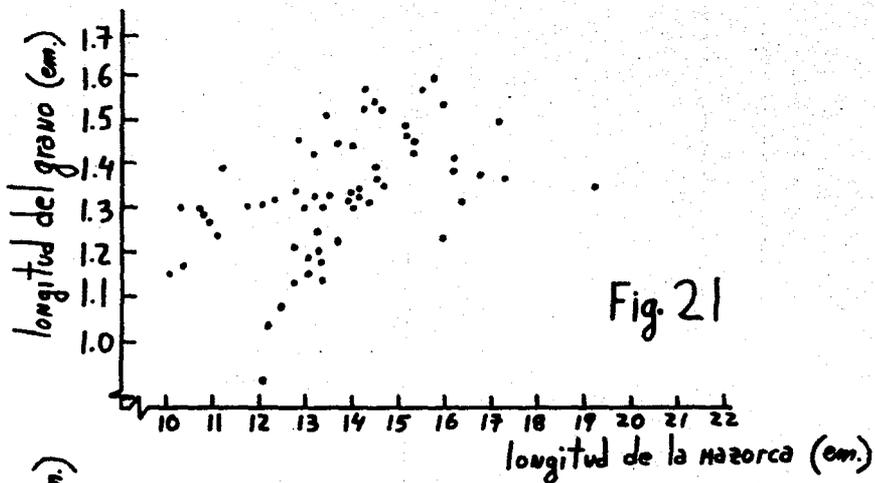
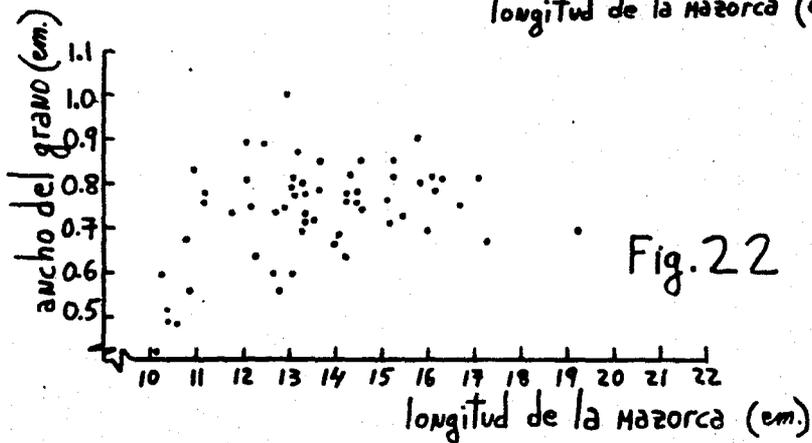


Fig. 20

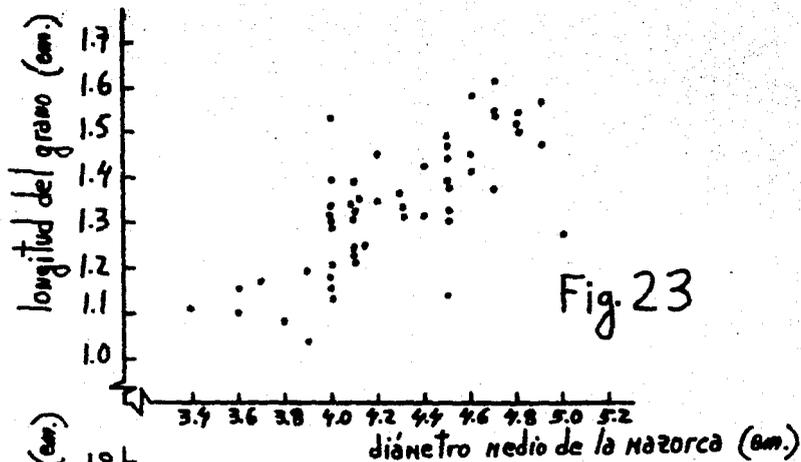
60 colectas
del estado
de México,
reproducidas
en 1963



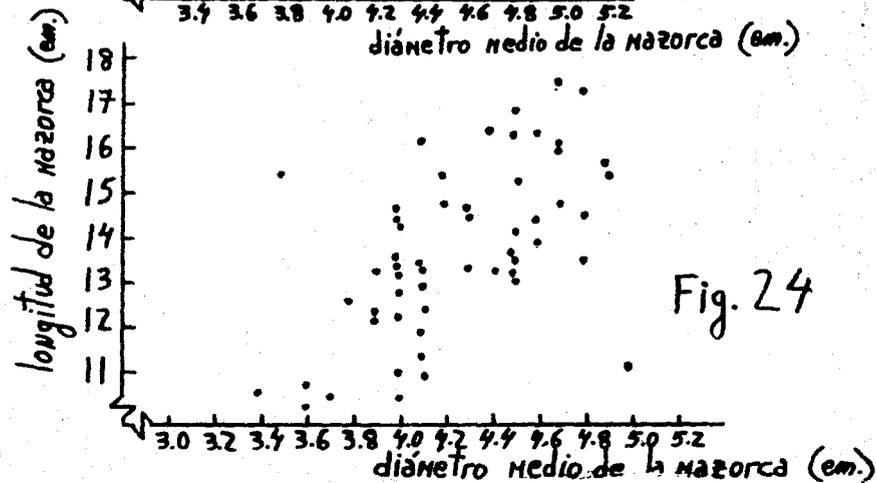
60 colectas
del estado
de México,
reproducidas
en 1963

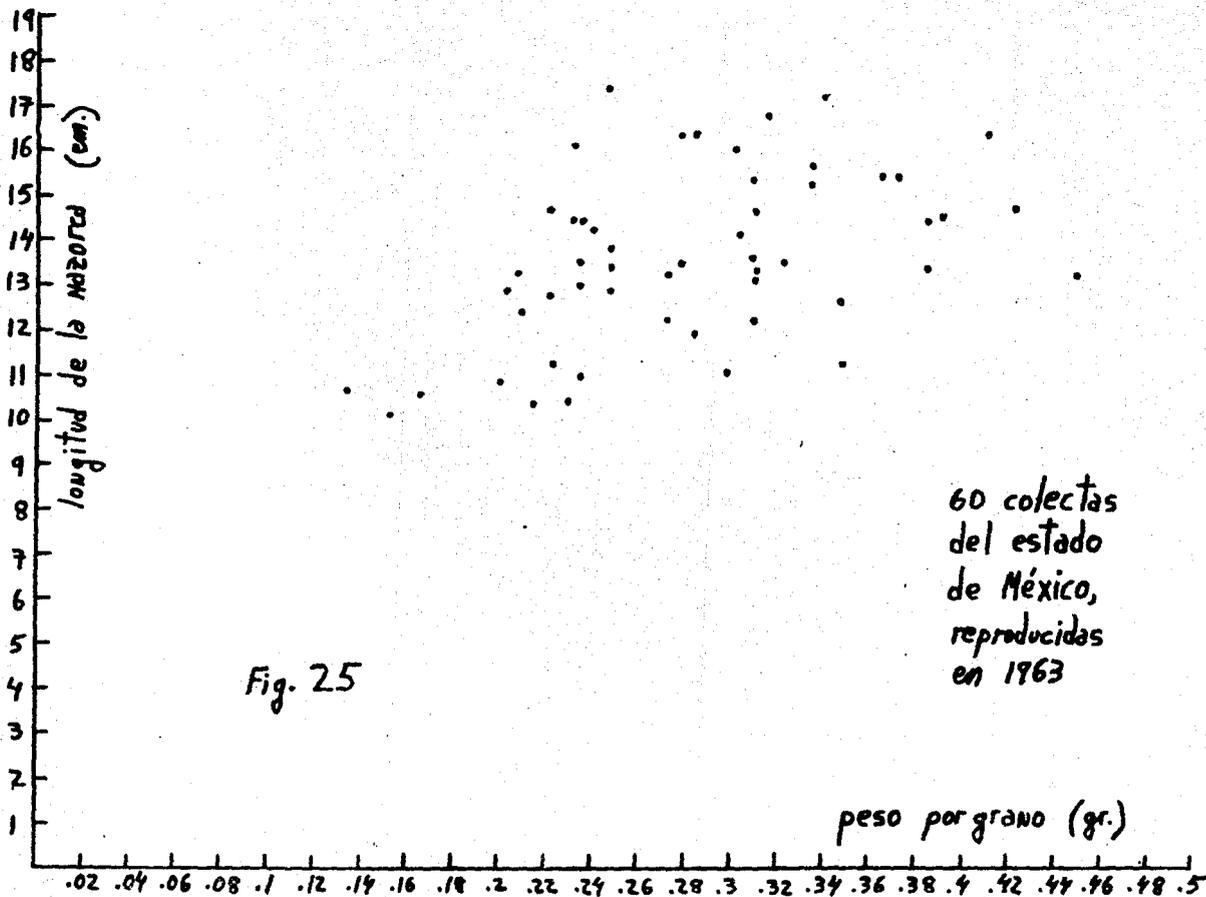


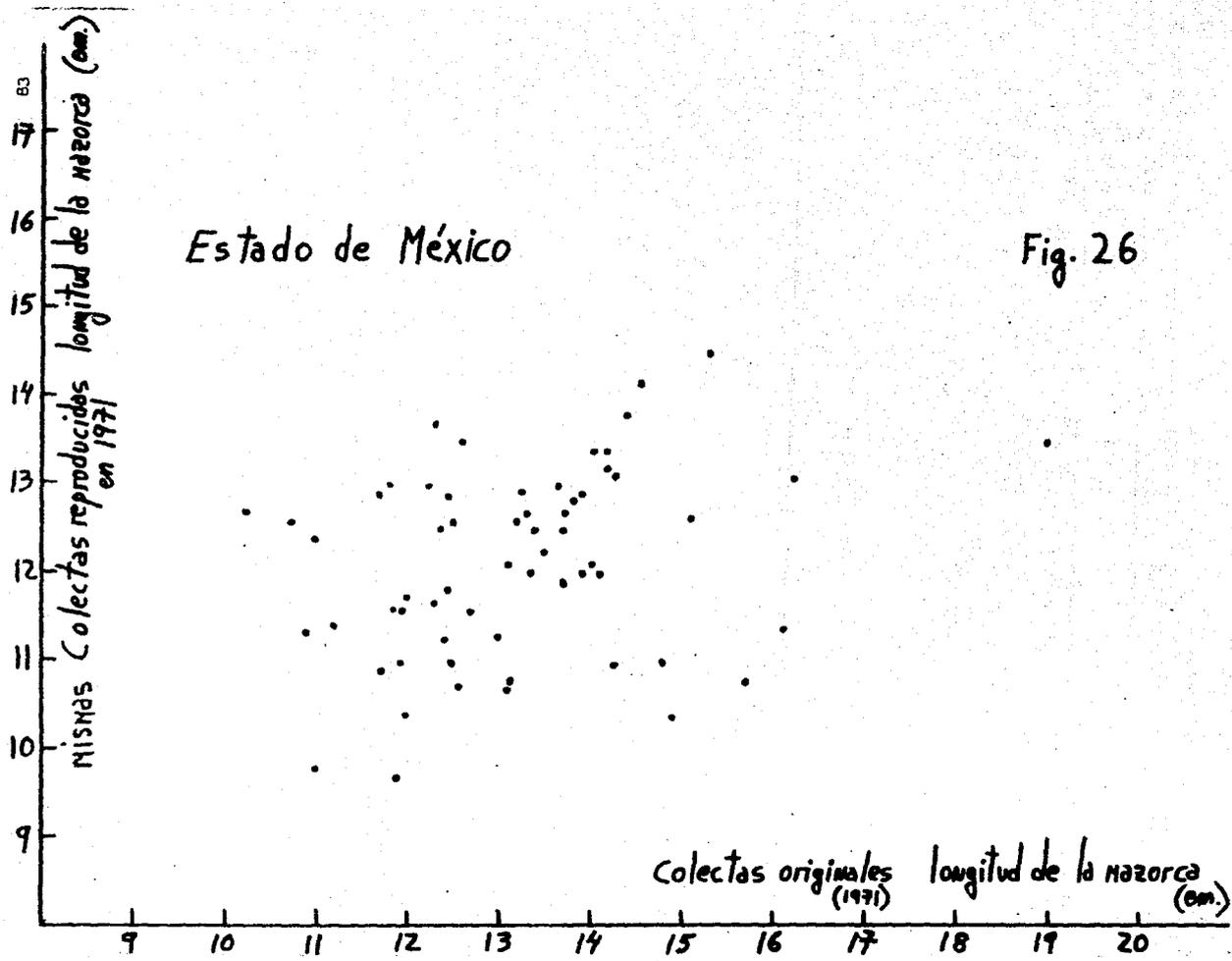
60 colectas
del estado
de México,
reproducidas
en 1963



60 colectas
del estado
de México,
reproducidas
en 1963







Estado de México

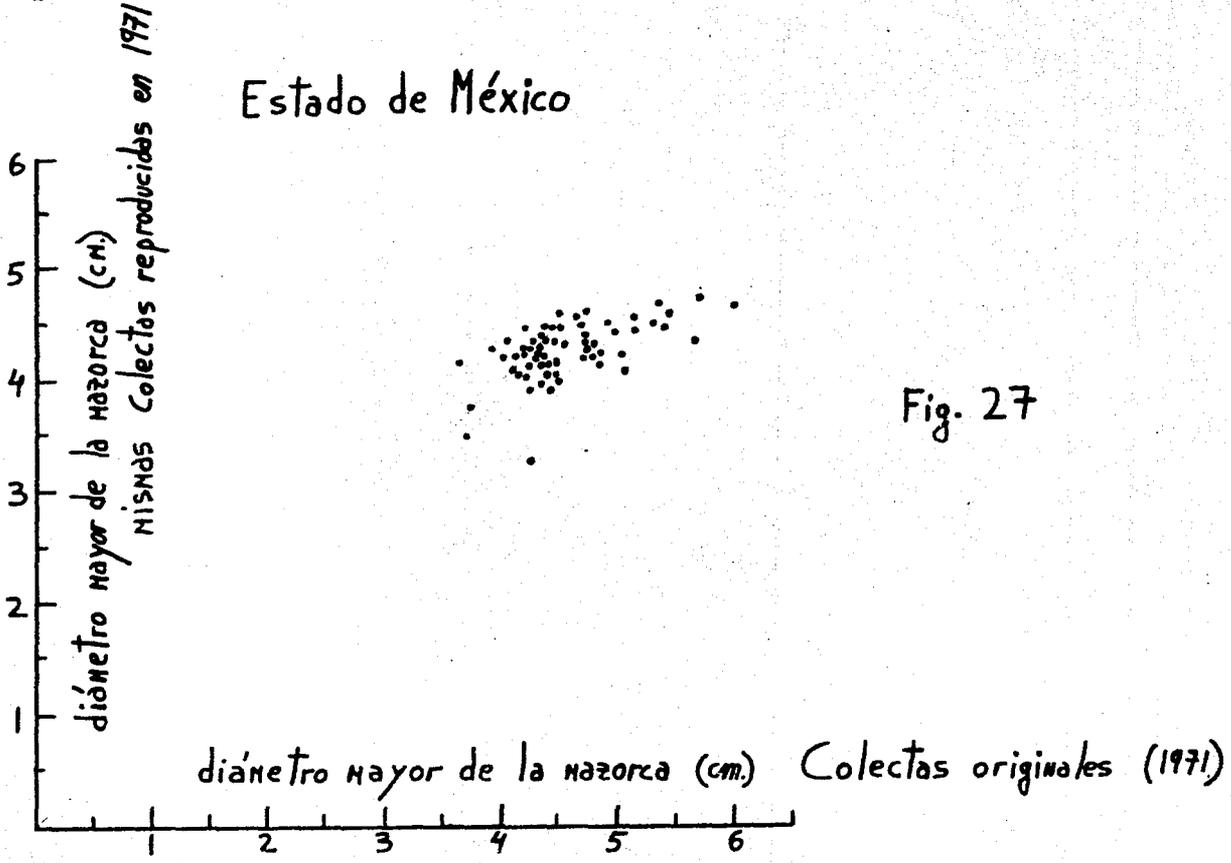
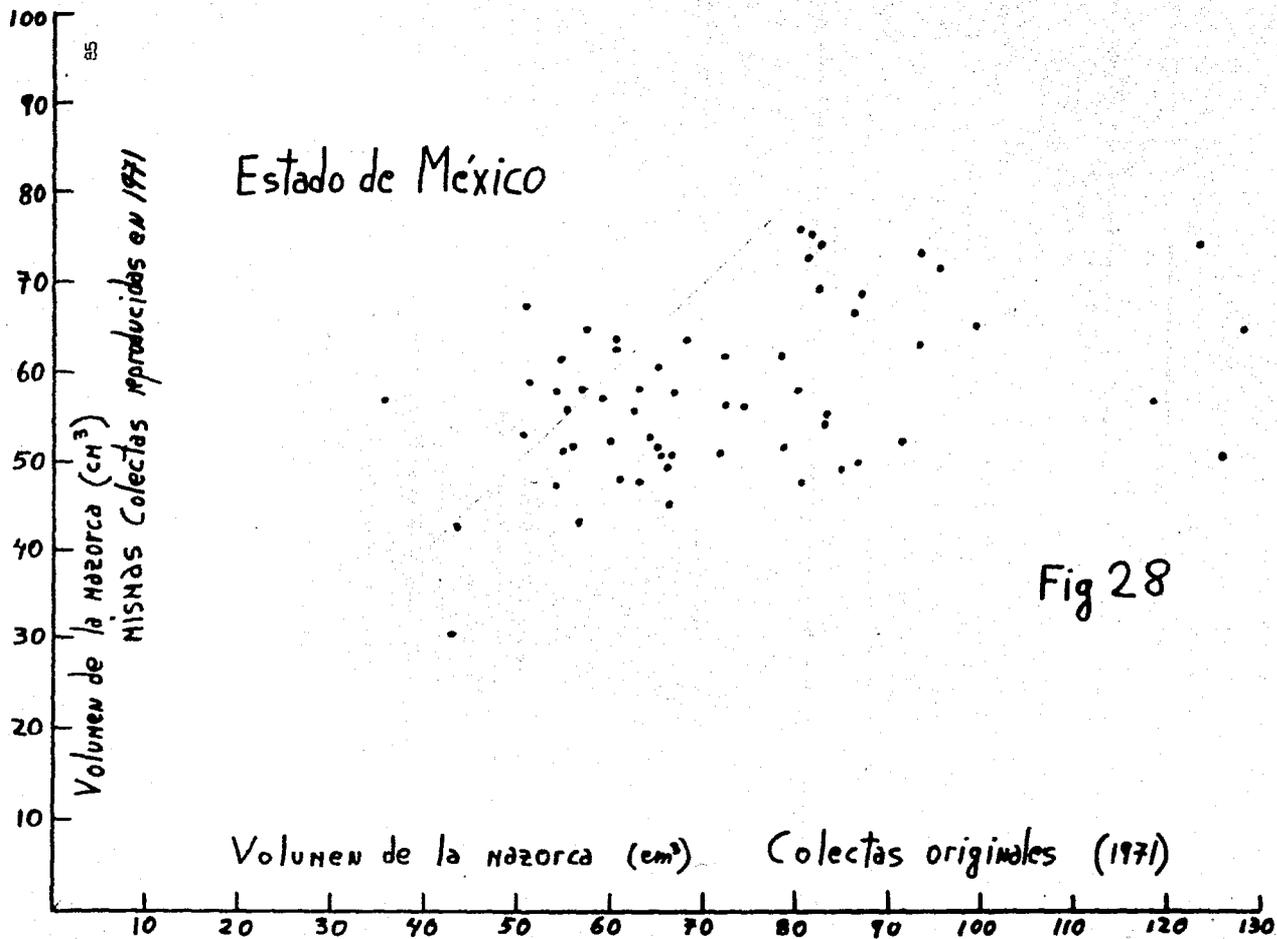
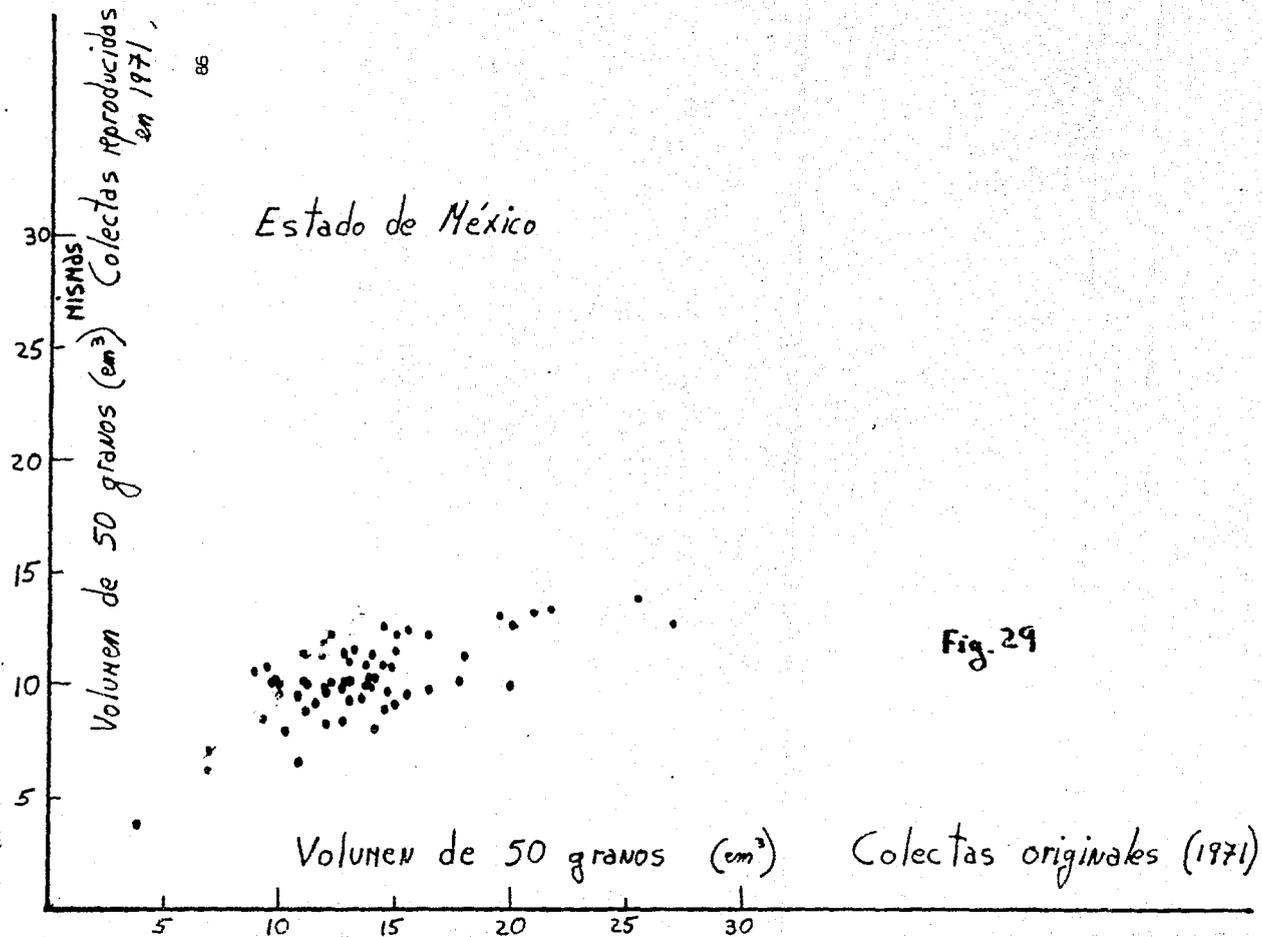


Fig. 27





Estado de México

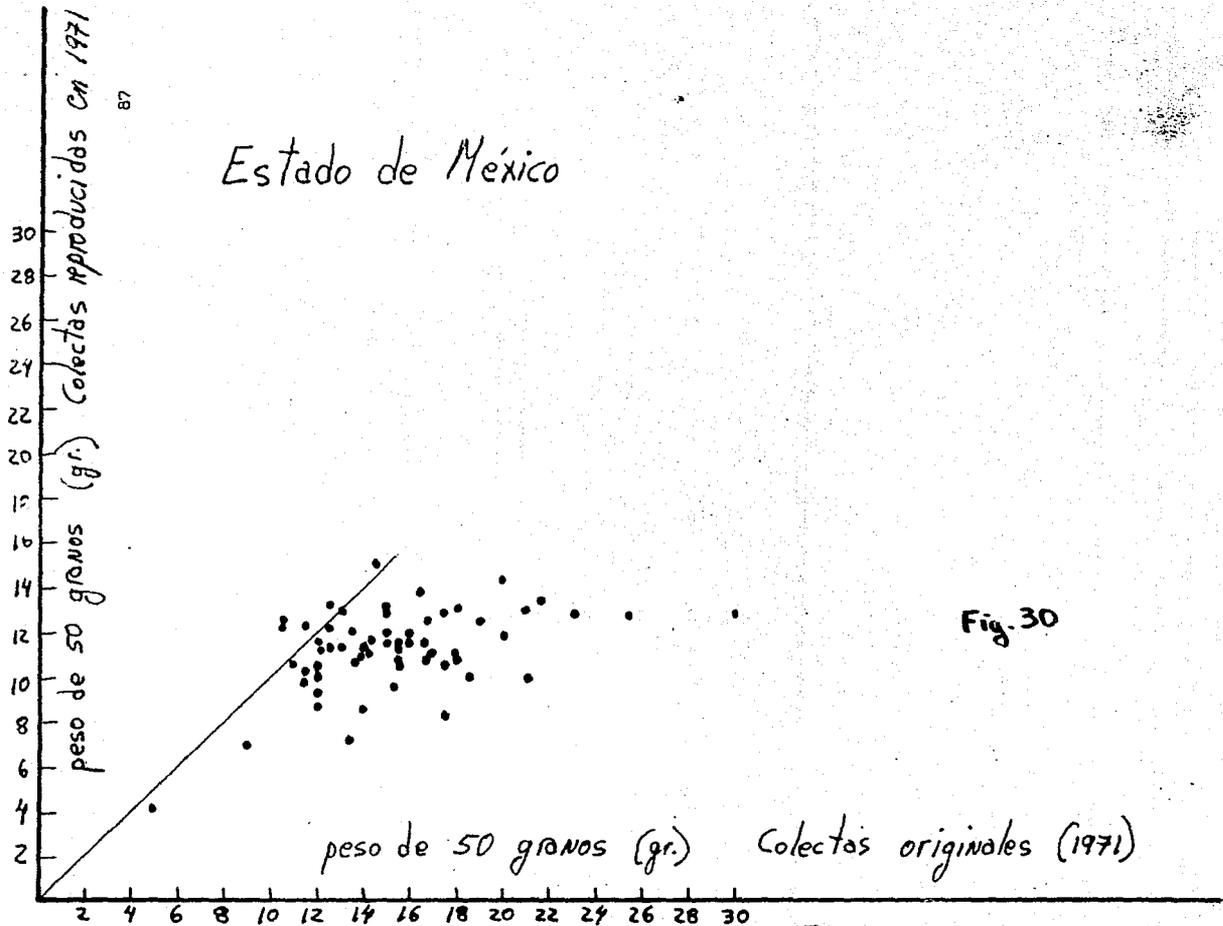
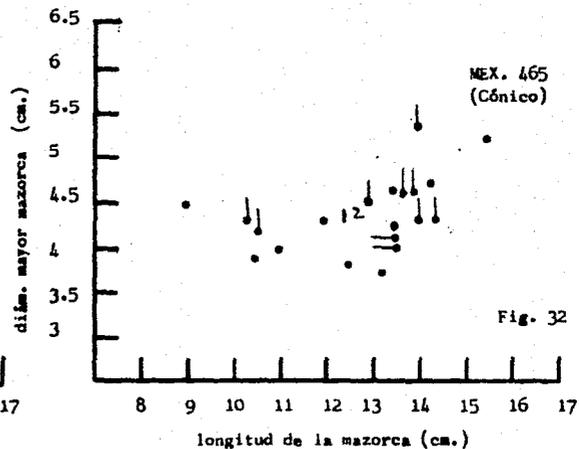
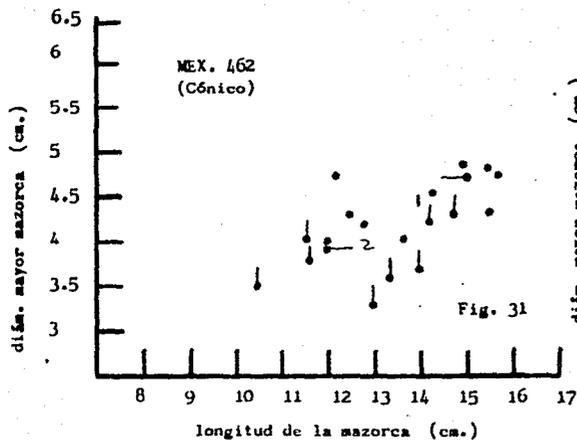
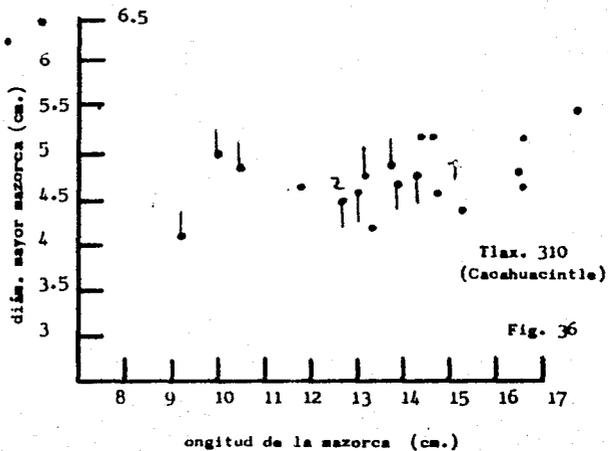
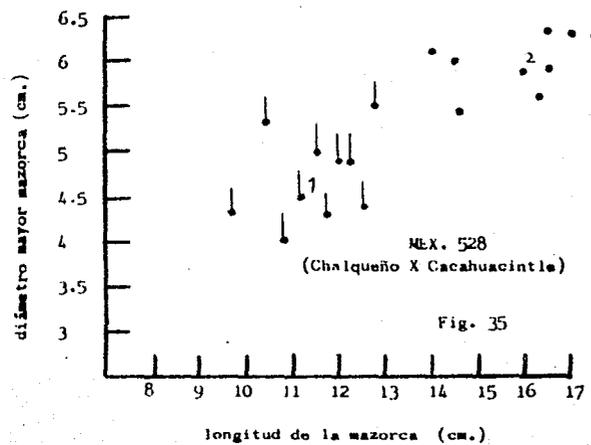
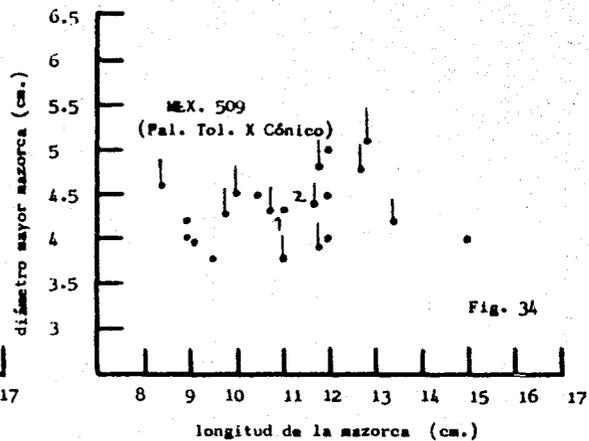
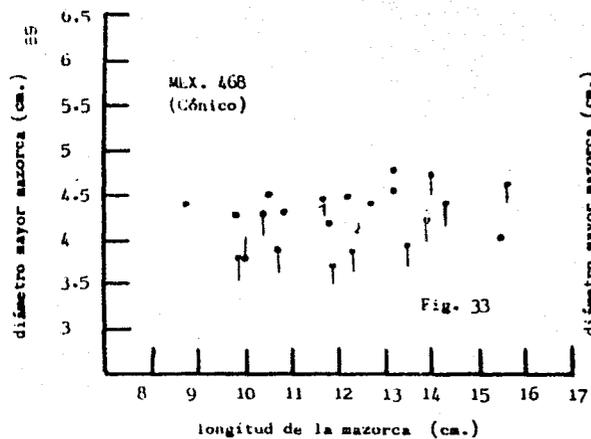


Fig. 30

Las gráficas 31 a 38 muestran la variabilidad en algunas características consideradas en este estudio. Cada una de estas gráficas muestra una colecta del oriente del estado de México. Cada punto corresponde a una mazorca.

CLAVE:
 ● : mazorcas originales
 ● : mazorcas reproducidas en Chapingo en 1971
 1 : media de los valores en colectas originales
 2 : media de los valores en colectas reproducidas





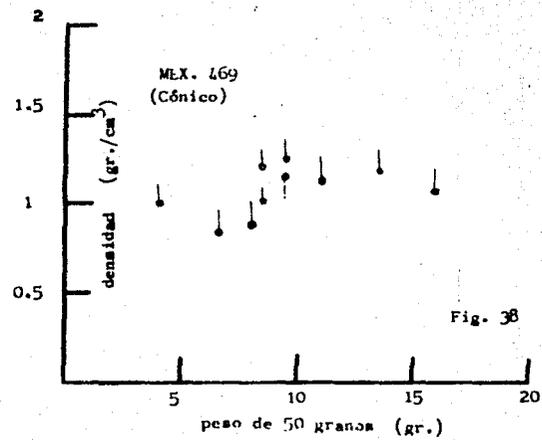
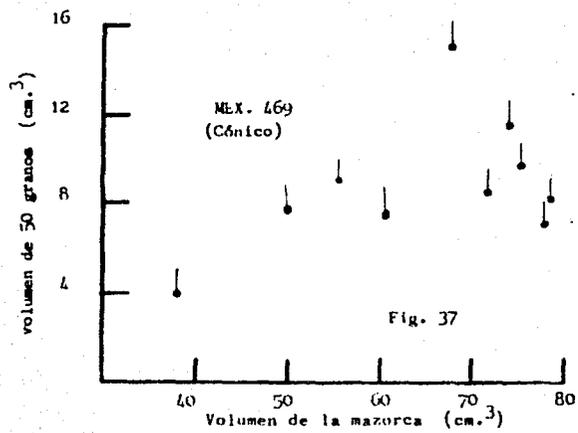




Fig. 39. Mazorcas de Palomero Toluqueño.



Fig. 40. Hibridación entre Palomero Toluqueño y Cónico. Nótese la segregación hacia uno y otro progenitor, lo que indica inestabilidad genética.

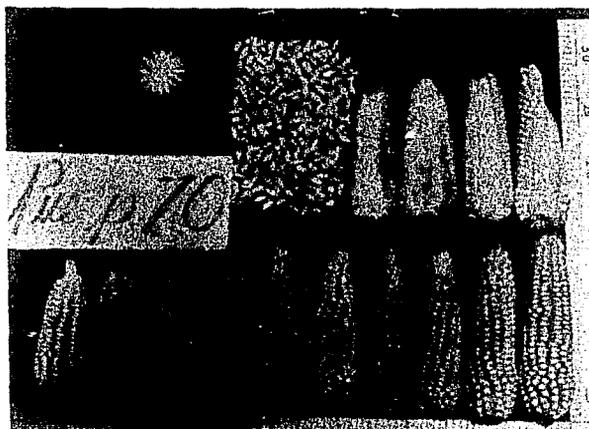


Fig. 41. Mazorcas típicas de Cénico.

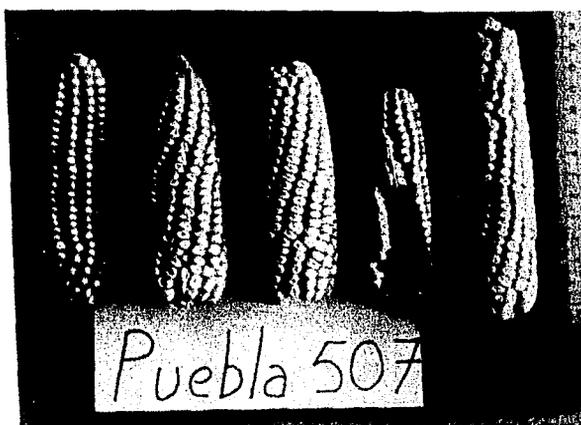


Fig. 42. Mazorcas derivadas de hibridación entre Cénico y Cacahuacintle.

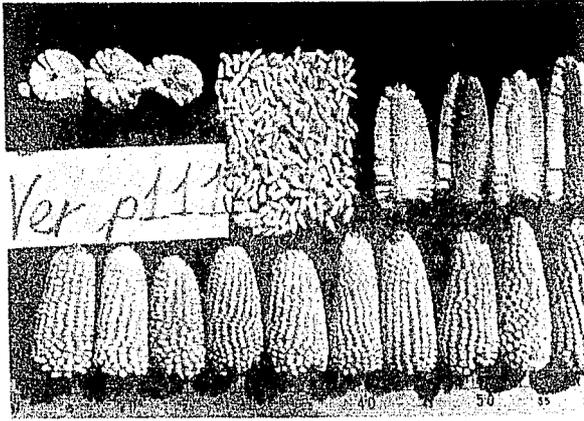


Fig. 43. Fecundación en Cónica. Nótese que el diámetro de la mazorca es proporcionalmente mayor que la longitud. La homogeneidad de esta muestra sugiere selección artificial y aislamiento.



Fig. 44. Mazorcas ramificadas de Cónico. La selección artificial puede favorecer diferenciaciones infraraciales por selección de mutaciones o recombinaciones génicas.

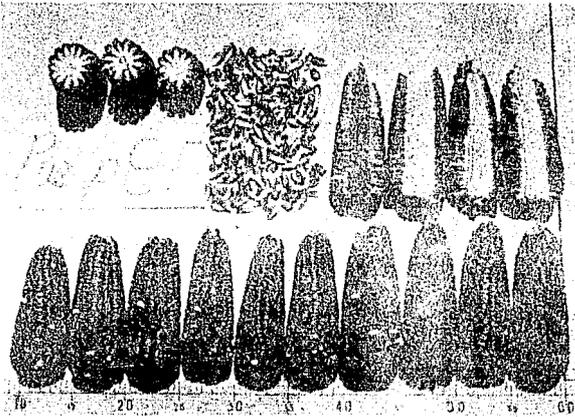


Fig. 45. Subraza Motes Cónicos. Los granos son de color azul intenso y de textura harinosa. Se observan algunos granos de color blanco, lo que indica que para mantener las características de la subraza es necesario aislamiento especial.



Fig. 46. Mazorcas de Cacahuscintle. Muestran dentación y algunos granos no son completamente harinosos. En la región muestreada no se encontraron muestras sin contaminación.

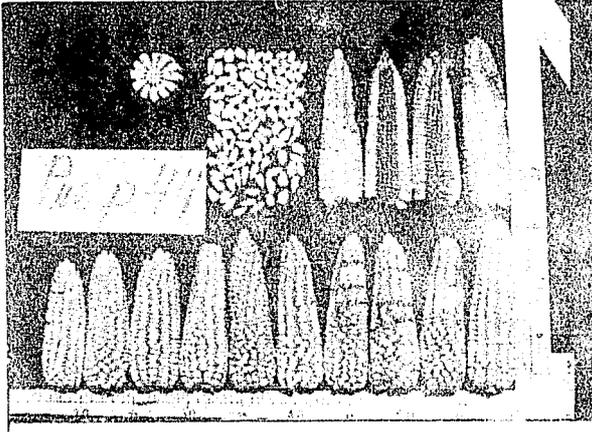


Fig. 47. Mazercas resultado probable de hibridación entre Cónico y Belita. Muestran características intermedias entre ambas razas; la muestra es bastante uniforme. Hibridaciones de esta naturaleza puede dar por resultado la formación de nuevas razas.

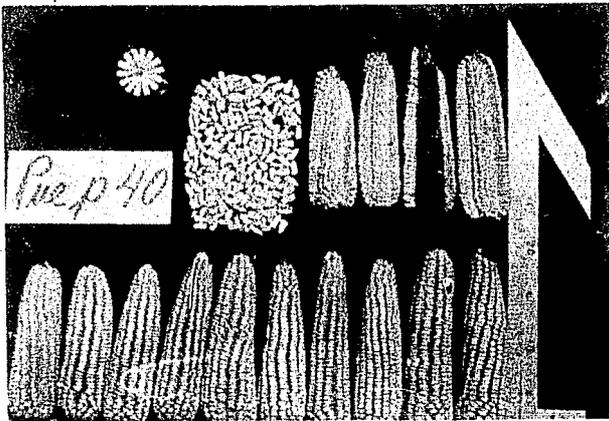


Fig. 48. Mazercas que muestran hibridación entre un tipo cilíndrico (probablemente Tuxpeño) y uno cónico (probablemente Chalqueño).

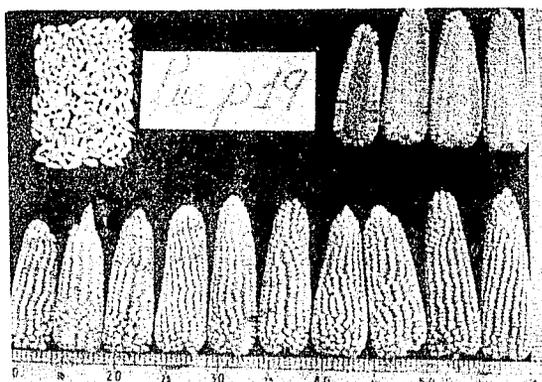


Fig. 49. Hibridación entre Cónico y Chalqueño. Las mazorcas a la izquierda son semejantes a Cónico, y las de la derecha a Chalqueño. Esta es una muestra genéticamente inestable.

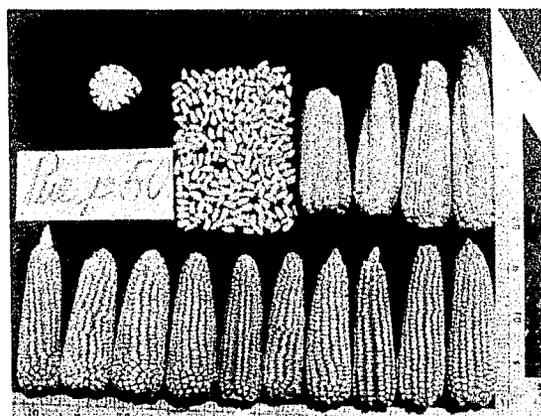


Fig. 50. Mazorcas de la raza Chalqueño.

Impresiones "Aries"

Concepción Moreno Pérez

COLOMBIA 2 ALTOS 2

MEXICO 1, D. F.

520-04-72