



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA

CARACTERIZACION DE LA COLECCION DE TEOCINTLE  
MEXICANO, ANUAL Y PERENNE,  
Zea spp. ( Illis y Doebley )

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

ERNESTO RAMIREZ VEGA

GUADALAJARA, JALISCO 1988



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Abril 12 de 1988

**C. PROFESORES:**

~~ING. M.C. SALVADOR ANTONIO HURTADO Y DE LA PEÑA, DIRECTOR~~

~~ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA, ASESOR~~

~~ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL, ASESOR~~

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" CARACTERIZACION DE LA COLECCION DE TEOCINTLE MEXICANO, ANUAL Y PERENNE, Zea spp. (Illis y Doobley) "

presentado por el (los) PASANTE (ES) ERNESTO RAMIREZ VEGA

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección - su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"ARO ENRIQUE DIAZ DE LEON"  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Abril 12 de 1988

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
ERNESTO RAMIREZ VEGA

titulada:

" CARACTERIZACION DE LA COLECCION DE TECOCINTLE MEXICANO, ANUAL Y  
PERENNE, Zea spp. (Iltis y Doebley) "

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. M.C. SALVADOR ANTONIO HURTADO Y DE LA PEÑA  
ASESOR ASESOR

ING. SALVADOR MENA MUNGUA

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

## DEDICATORIA

A mis padres

Antonio Ramírez García  
Alicia Vega Martínez

Con todo el respeto y cariño  
que se merecen, como ejemplo  
del esfuerzo que me brindaron.

A mis Hermanos

Sergio, Guillermina, Mario, Humberto,  
Rebeca, Silvia, Gustavo, Rosa Martha,  
Arcelia, Raymundo y Fernando.

A mis compañeros.

	Página
3.4. Caracteres considerados. . . . .	61
3.4.1. Caracteres fenológicos. . . . .	62
3.4.2. Caracteres Vegetativos de planta. . .	64
3.4.3. Caracteres de mazorca y grano . . . .	67
3.4.4. Caracteres de panícula. . . . .	68
3.4.5. Caracteres de espiguilla. . . . .	69
3.5. Análisis de la información . . . . .	71
3.5.1. Clasificación por taxonomía numérica.	71
3.5.2. Método de agrupación. . . . .	75
3.5.3. Regresión y correlación de caracteres.	75
IV. RESULTADOS . . . . .	77
4.1. Clasificación por taxonomía numérica. . . . .	77
4.2. Valores medios y coeficiente de variación de cada grupo, subgrupo y en forma general para cada caracter. . . . .	82
4.2.1. Caracteres fenológicos. . . . .	82
4.2.2. Caracteres vegetativos de la planta .	83
4.2.3. Caracteres de mazorca y grano . . . .	87
4.2.4. Caracteres de panícula. . . . .	93
4.2.5. Caracteres de espiguilla. . . . .	94
4.3. Correlación entre caracteres . . . . .	97
4.4. Modelos de regresión simple y múltiple para caracteres con alta correlación. . . . .	102
4.4.1. Caracteres influenciados por la altura sobre el nivel del mar (asnm) . . . .	102
4.4.2. Caracteres con dependencia directa. .	103
4.4.3. Caracteres con dependencia de dos o más caracteres. . . . .	108
V. DISCUSION . . . . .	112
VI. CONCLUSIONES. . . . .	126
VII. BIBLIOGRAFIA. . . . .	128
VIII. APENDICE . . . . .	132

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro		Página
1	Caracteres de planta y respuestas ambientales de significancia taxonómica que diferencian a las razas modernas de maíz y teocintle . . . . .	28
1BIS	Nomenclatura general para el género <u>Zea</u> . . . . .	20
2	Características de inflorescencias masculinas y femeninas que diferencian a las razas modernas de maíz y teocintle . . . . .	29
3	Características morfológicas de espiguilla y <u>co</u> <u>pilla</u> que diferencian a las razas modernas de maíz y teocintle. . . . .	30
4	Características geográficas, ecológicas y dis- tribución de teocintle por regiones exploradas por Sánchez y Ordáz (1987). . . . .	37
5	Localización geográfica de las poblaciones de teocintle en el estudio . . . . .	56
6	Valores medios para caracteres fenológicos de cada grupo, subgrupo y en forma general de acuer- do a la clasificación presente en el dendograma..	84
7	Coeficiente de variación (C.V.), encontrado in- tra-inter grupos, subgrupos y en forma global para caracteres fenológicos . . . . .	85
8	Valores medios para caracteres vegetativos de planta de cada grupo, subgrupo y en forma gene- ral de acuerdo a la clasificación presente en el dendograma . . . . .	88
9	Coeficiente de variación (C.V.), encontrado in- tra-inter grupos, subgrupos y en forma global para caracteres vegetativos de planta . . . . .	89
10	Valores medios para caracteres de mazorca y <u>gra</u> <u>no</u> de cada grupo, subgrupo y en forma general de acuerdo a la clasificación presente en <u>dendo</u> <u>grama</u> . . . . .	91
11	Coeficiente de variación (C.V.), encontrado in- tra-inter grupos, subgrupos y en forma global para caracteres de mazorca y grano . . . . .	92

Cuadro		Página
12	Valores medios para caracteres de panícula de cada grupo, subgrupo y en forma general de acuerdo a la clasificación presente en el dendograma. . . . .	95
13	Coefficiente de variación (C.V.), encontrado intra-inter grupos, subgrupos y en forma global para caracteres de panícula . . . . .	96
14	Valores medios para caracteres de espiguilla de cada grupo, subgrupo y en forma general de acuerdo a la clasificación presente en el dendograma . . . . .	98
15	Coefficiente de variación (C.V.), intra-inter grupos, subgrupos y en forma global para caracteres de espiguilla . . . . .	99
16	Valores de correlación entre caracteres . . . . .	101
17	Ecuaciones de regresión múltiple para caracteres con significancia . . . . .	110
18	Valores medios y coeficiente de variación (C.V.) para el total de caracteres, para las colectas de San Jerónimo, señalando las diferencias que mostraron al encontrarse aisladas y con influencia de maíz. . . . .	116
 Figuras		
1	Sinópsis evolutiva del género <u>Zea</u> (Guzmán, 1982). . . . .	11
2	Sinópsis evolutiva del género <u>Zea</u> (Mangelsdorf, 1986) . . . . .	14
3	Teoría del origen del género <u>Zea</u> (Kato, 1988 comunicación personal) . . . . .	15
4	Distribución de las poblaciones de teocintle en México . . . . .	38
5	Idiogramas de cromosomas paquiténicos: A. Maíz; B. Teocintle mexicano. C. Teocintle del Norte de Guatemala. Las posiciones de nudos están representadas por círculos negros, los centrómeros por círculos blancos y el organizador nuclear por O.N. (tomado de Mc Clintock, 1981). . . . .	41
6	Localización de poblaciones examinadas en este estudio . . . . .	59

Figura		Página
7	Esquema de una planta de teocintle, indicando partes principales de su morfología . . . . .	66
8	Diagrama de una inflorescencia masculina de maíz . . . . .	70
9	Esquema de una espiguilla masculina pedicelada. . . . .	72
10	Diagrama de una gluma externa aplanada. . . . .	73
11	Dendograma de las 55 colectas obtenido con el complemento del coeficiente de correlación (rc), para el total de caracteres medidos. . . . .	78
12	Mapa de México que indica las áreas geográficas en las que se colectaron los teocintles examinados, mostrando la agrupación obtenida mediante el coeficiente de correlación (rc). . . . .	79
13	Agrupación de colectas obtenida mediante el dendograma del complemento de coeficiente de correlación (rc) . . . . .	80
14	Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar (C40), respecto a la altura de planta (C11) . . . . .	104
15	Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar (C40), respecto al número de hijos (C15) . . . . .	104
16	Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar (C40), respecto al peso 100 granos (C25). . . . .	105
17	Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar (C40), respecto al número de ramas en la panícula (C29) . . . . .	105
18	Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar (C40), respecto a la longitud de panícula (C30) . . . . .	106
19	Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar (C40), respecto a la longitud de la rama principal (C32). . . . .	106
20	Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar (C40), respecto al espacio de 10 espiguillas de la rama principal (C33) . . . . .	107



Figura		Página
21	Representación gráfica de la dependencia del número de hojas (C <sub>10</sub> ), respecto a la altura de planta (C <sub>11</sub> ) . . . . .	107
22	Representación gráfica de la dependencia de la longitud de mazorca (C <sub>23</sub> ), respecto al número de granos (C <sub>24</sub> ) . . . . .	109
23	Representación gráfica de la dependencia de la longitud de panícula (C <sub>30</sub> ), respecto a la longitud de la rama principal de la panícula (C <sub>32</sub> ) . . . . .	109
24	Días a floración masculina y femenina al 50% entre grupos, observando el fenómeno de protandria . . . . .	120
25	Días a madurez fisiológica entre subgrupos. . . . .	120
26	Producción de materia seca por planta (C <sub>9</sub> ) en relación a sus días a madurez fisiológica (C <sub>8</sub> ) para cada subgrupo. . . . .	122
27	Altura de la planta (C <sub>11</sub> ) entre subgrupos . . . . .	122
28	Producción de retoños basales (C <sub>15</sub> ) por subgrupo. . . . .	123
29	Producción de retoños basales (C <sub>15</sub> ) en relación a los días de madurez fisiológica para cada subgrupo . . . . .	123
30	Relación de peso y volúmen (peso específico) de 100 granos para cada subgrupo . . . . .	124
31	Cantidad de ramas en la panícula (C <sub>29</sub> ) entre subgrupos . . . . .	124

#### INDICE DE APENDICE

A1	Relación de la altura de la planta (C <sub>11</sub> ), respecto a la longitud de la antepenúltima rama lateral (C <sub>19</sub> ) . . . . .	133
A2	Peso de 100 granos (C <sub>25</sub> ) entre subgrupos. . . . .	133
A3	Relación de los días a madurez fisiológica (C <sub>8</sub> ) con el peso de 100 granos (C <sub>25</sub> ) para cada subgrupo . . . . .	134

Figura		Página
A4	Relación de la altura de la planta (C <sub>11</sub> ), respecto al peso de 100 granos (C <sub>25</sub> ) para cada subgrupo . . . . .	134
A5	Longitud de la panícula (C <sub>30</sub> ) entre subgrupos . . .	135
A6	Relación del espesor de grano (C <sub>27</sub> ) con el ancho de espiguilla (C <sub>35</sub> ) para cada subgrupo . . .	135

## RESUMEN

El teocintle o maíz silvestre es considerado como el ancestro al maíz moderno, participando como fuente de variación para la formación de nuevas clases de maíces, el cual se le a dedicado poco tiempo a su estudio en México, razón por lo que la siguiente investigación tiene como objetivo principal dar a conocer la variabilidad de las poblaciones de teocintle en México, de acuerdo a su distribución geográfica y condiciones naturales de crecimiento, determinando el grado de similitud y divergencia de los caracteres.

El número de colectas utilizadas en el presente estudio consistió de 105 poblaciones, de las cuales únicamente sobresalieron 55 con datos completos describiendo su localización geográfica y algunas características de colecta. El área de estudio se realizó en el Campo Experimental los Altos de Jalisco (INIFAP-SARH), los caracteres considerados se dividieron en cuatro grupos y son: a) caracteres fenológicos; b) caracteres vegetativos de planta; c) caracteres de mazorca y grano y d) caracteres de panícula. El análisis de la información se llevó a cabo mediante técnicas de taxonomía numérica, realizando además el análisis de regresión y correlación múltiple entre caracteres.

Los resultados de la clasificación de las poblaciones de teocintle es poco definida, como lo demuestran las poblaciones

de la Mesa Central de Michoacán que se interrelacionan con poblaciones del Valle de México, debido posiblemente a las condiciones naturales de crecimiento similares a las que se encuentran, señalando la hibridación interespecífica que tiene con el cultivo de maíz. Estas poblaciones se encuentran con una activa simpatricidad con el maíz, resultando con mayor frecuencia de introgresión el área del Valle de México, estas poblaciones se clasifican como grupo Mesa Central ( $G_1$ ). En el grupo Mesa del Norte ( $G_2$ ) se observó que existe una secuencia filogenética al grupo  $G_1$  en base a su distribución geográfica y clasificación que se obtuvo agrupando una colecta del estado de Michoacán, tres de Durango y dos de Chihuahua. El grupo Balsas-Perennes ( $G_3$ ) está constituido por poblaciones que han sufrido menos movilización y que se encuentran aisladas del maíz de una manera estacional o geográfica, demostrando más definición que las anteriormente mencionadas, como son las poblaciones del estado de México y Guerrero, debido posiblemente a la similaridad de las condiciones naturales de crecimiento en que se desarrollan, no observándose de esa manera en el estado de Jalisco (San Jerónimo) donde algunas poblaciones se encuentran en simpatricidad con el maíz, ocurriendo la introgresión de ambas especies, desequilibrando posiblemente el fenotipo de la población original.

La distribución geográfica (específicamente la altura sobre el nivel del mar) es determinante para la expresión de caracteres morfológicos como es la altura de planta, número de hijos, peso de grano, longitud de panícula, número de ramas en la panícula, longitud de la rama principal (panícula), condensación de espiguillas y otros.

## I. INTRODUCCION

El teocintle o maíz silvestre es considerado como la especie estrechamente ligada al cultivo de maíz, actualmente varios investigadores han indicado que el maíz moderno proviene de la domesticación del teocintle.

La diversidad genética de maíz presente en México se atribuye en parte a la intervención directa o indirecta del teocintle, debido primordialmente al sistema reproductivo que presentan, permitiendo el flujo constante de genes, Wellhausen et al (1952) agrupa la variación existente de maíces en México en 25 razas bien definidas y 4 subrazas, describiendo entre y dentro de cada grupo la variabilidad que presentan y determina sus posibles relaciones filogenéticas.

En teocintle, los estudios de agrupamiento de la variación existente son incipientes, el más completo es el realizado por Wilkes (1967), clasificando las poblaciones de teocintle de México y América Central, reconociendo 4 razas para México y 2 para Guatemala utilizando técnicas de taxonomía convencional en base a caracteres morfológicos, ecológicos y otros. De la misma manera que en maíz, propone la filogenia para cada raza descrita. Mas tarde Orozco (1979), estudia las interrelaciones de poblaciones de teocintle mexicano basándose en sus caracteres morfológicos y utilizando métodos de taxonomía numérica,

clasifica las poblaciones sujetas en su estudio en 2 grupos bien identificados, señalados anteriormente por Wilkes.

El presente estudio comprende poblaciones nuevas de teocintle en comparación a los estudios mencionados anteriormente, conociendo más variación dentro de la(s) especie(s), por tal motivo la siguiente investigación dará a conocer la variación de los caracteres en las poblaciones de teocintle y como estos caracteres varían de acuerdo a su distribución geográfica de las poblaciones y por la influencia con las plantas de maíz.

De esa manera el presente estudio tiene como objetivos:

- a) Determinar el grado de similitud entre las poblaciones de teocintle en base a caracteres morfológicos y fenológicos.
- b) Determinar el grado de variación en los caracteres entre y dentro de cada grupo o raza de teocintle.
- c) Conocer la divergencia genética de los caracteres en las poblaciones de teocintle de acuerdo a su distribución geográfica, sus interrelaciones y condiciones de crecimiento bajo las cuales se encuentran en forma natural.

De acuerdo a los objetivos fijados se origina la siguiente

hipótesis experimental: las diferencias y similitudes que existen entre las poblaciones de teocintle varían de acuerdo a su distribución geográfica y a la cercanía con plantas de maíz en sus etapas reproductivas.



## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Relación del teocintle respecto al origen del maíz

El origen del maíz ha sido punto de controversia entre los científicos, por casi cien años, prevaleciendo varias teorías que explican su evolución. De las teorías que empezaron a discutirse se encuentra la de Harshberger en 1907, donde menciona que el maíz cultivado es de origen híbrido, probablemente partiendo como una mutación del teocintle, el cual cruzado por el antecesor normal, originó nuestro maíz cultivado. Para Collins en 1912 en base a previas teorías propone la siguiente hipótesis: maíz es originado como un híbrido entre teocintle y una gramínea desconocida que proviene de la tribu Andropogoneae. Además Collins sugiere que el prototipo de maíz es algún pariente o ancestro de teocintle o bien el prototipo de maíz sea un Zacate (gramínea) que posee características de un maíz tunicado (Wilkes, 1967).

Beadle (1939), señala que el maíz proviene directamente del teocintle por selección del hombre (domesticación). Otros seguidores de esta teoría han sido Galinat (1971), (1974), Kato (1976) y otros.

En base a un descubrimiento arqueológico en la cueva de Bat Cave en Nuevo México (E.U.A.), Mangelsdorf y Reeves (1949)



encontraron restos de olote de maíz, hojas de totemoxtle y granos, donde deducen que el origen del maíz, fué a partir de un maíz tunicado y reventador primitivo. Proponen que el maíz no se originó a través de la evolución del teocintle, sin embargo participó como fuente de germoplasma para originar nuevos tipos de maíces por medio de introgresión del teocintle hacia maíz.

Galinat (1971) nos dice, que las teorías que más apoyo han tenido en la actualidad figuran las siguientes:

- 1) Maíz se originó de la domesticación del teocintle.
- 2) Teoría del ascendiente común.
- 3) Teoría tripartita.

La primera fue propuesta por Ascherson en 1895 (citado por Mangelsdorf y Reeves en 1939). Otros seguidores han sido Beadle en 1939, 1972; Darlington en 1956; Miranda en 1966; Galinat en 1971, 1972, 1974; Iltis en 1972; de Wet y Harlan en 1972 y Kato en 1976. La segunda fue propuesta por Weatherwax en 1935 y en ella considera, que el maíz, el teocintle y el tripsacum provienen de un ascendente común que pudo haberse originado en México o Guatemala; que este ascendente común se ha extinguido. La tercera, teoría tripartita fue propuesta por Mangelsdorf y Reeves en 1939 y establece: 1) Que el maíz cultivado fue domesticado a partir de un maíz silvestre tunicado. 2) Que el teocintle se originó de la cruce del maíz y el tripsacum. 3) Que la mayoría de las variedades modernas de maíz

que existen en América muestran infiltración del germoplasma del *tripsacum* por hibridación directa o por vía teocintle. Canales, (1977).

Galinat (1973), a lo largo de observaciones repetidas en en Loci genético común a maíz y *tripsacum*, considera que el *tripsacum* es como un ancestro aloploide, es decir originado por el cruzamiento de dos especies.

Para Mangelsdorf (1974), señala que de acuerdo a los restos arqueológicos de maíz encontrados en Tehuacán, Puebla; dificulta la probabilidad de la derivación del maíz a partir de teocintle (refiriéndose a la inflorescencia femenina). Razón por la cual Mangelsdorf y colegas proponen que el maíz moderno se originó de un "maíz silvestre" y no del teocintle. Además el mismo autor abandona la segunda parte de su teoría tripartita, en donde propone el origen híbrido del teocintle (maíz por *tripsacum*) en base a estudios realizados por Barnejee y Barghoorn de microscopía electrónica de la exina de los granos de polen, donde discuten que el grano de polen del híbrido (maíz x *tripsacum*) debería ser similar al grano de polen del teocintle. Deduciendo que la similaridad se encuentra entre maíz y teocintle.

Kato (1976), en su extenso análisis comparativo de la morfología de los cromosomas paquiténicos del maíz y del teocintle, ha dado evidencias adicionales que apoyan la teoría de que el maíz es el teocintle domesticado. La evidencia principal es

que ambas poseen genomios básicos similares. En conclusión indica que de acuerdo a la constitución de nudos cromosómicos el maíz se originó del teocintle (mexicano), no siendo posible lo contrario.

En un estudio de tres poblaciones de maíz, dos a nivel cultivado y una a nivel silvestre (teocintle), Canales (1977), bajo lo propuesto por los seguidores de la teoría "maíz originado de la domesticación genética de una población y que algunas características de maíz silvestre (teocintle) no tienen la misma expresión en el maíz domesticado. Es obvio, que la especie Zea mays L. ssp mays ha evolucionado aumentando su diversidad génica bajo el cuidado del hombre. Demostrando que el maíz al pasar de su nivel silvestre (teocintle) a su nivel domesticado ha reducido en número de semillas por planta, paralelamente se reducen el número de tallos y número de mazorcas por planta.

Iltis en 1979, 1981, propone la nueva teoría llamada Teoría de la Transmutación Catastrófica Sexual, donde explica evidencias biosistémicas y arqueológicas. Iltis supone que la rama central de la inflorescencia masculina de teocintle, la cual normalmente termina como rama lateral en teocintle (y no en la inflorescencia femenina de teocintle) dió origen a la mazorca de maíz. Esta idea está relacionada a las teorías de Kellerman en 1895, Montgomery en 1906, Weatherwax en 1935, en el cual la mazorca de maíz se derivó de una inflorescencia masculina, pero no la del teocintle. (Doebley, 1983a, 1983b).

Mc Clintock, et al (1981), considera que hay fundadas razones para decir que el maíz, tal y como se le conoce hoy en día, fue derivado inicialmente de teocintle que probablemente estaba localizado en una área específica de México.

Más recientemente Mangelsdorf (1986), da a conocer resultados de cruzas experimentales efectuadas en 1981 entre un maíz reventador palomero toluqueño y Zea diploperennis de donde deduce: El maíz actual, tiene un doble antepasado, que proviene de un cruzamiento entre un maíz primitivo extinto y una forma perenne de teocintle silvestre.

## 2.2. Filogenia del teocintle

El teocintle, al igual que maíz ha sido tema de controversia de acuerdo a su origen y evolución. De las primeras hipótesis que empezaron a tomar auge fue la propuesta por Mangelsdorf y Revees en 1939 donde señalan que el teocintle es un híbrido del maíz por tripsacum y que la subsecuente hibridación del maíz con teocintle, condujo al desarrollo de nuevos tipos de maíces. En consecuencia Mangelsdorf y Cameron en 1942 indicaron que en caso que el teocintle se halla originado como un híbrido de maíz y del tripsacum, bien pudo haber sucedido su origen en Guatemala. Wellhausen, et al (1958).

Wilkes (1967) señala que la raza Balsas ha permanecido sin cambios esenciales en su área de distribución y manifiesta

que no es difícil pensar que las razas Chalco, Nobogame, Mesa Central y Huehuetenango tuvieron su origen en ésta. En cuanto a la raza Guatemala, señala que es diferente a todas las otras razas de teocintle y que en muchos aspectos es la más cercana aproximación a un hipotético teocintle primitivo previo a su hibridación con el maíz en la etapa temprana.

Más tarde, en un estudio de interrelaciones poblacionales de teocintle bajo ambientes contrastantes Orozco(1979), hace suponer que las poblaciones de la cuenca del Balsas ha sido menos movilizadas que las de la Mesa Central y posiblemente éstas provengan de aquellas. El grado de concordancia de resultados obtenidos con los de Wilkes (1967), menciona éste autor que la que la raza Balsas ha logrado mayor diferenciación en su proceso evolutivo, la raza Chalco es intermedia y la raza Mesa Central es la menos diferenciada.

El teocintle ha evolucionado hasta ser en las primeras fases de su crecimiento, una planta mimética con los cultivos de maíz, sobre todo en la Mesa Central identificada por Orozco (1979).

De acuerdo a los estudios de teocintle anual realizados por Wilkes (1967), e investigaciones posteriores (Wilkes en 1979) supone el origen híbrido del teocintle y con el descubrimiento de una nueva especie perenne diploide ( $2n=20$ ), postula que la hibridación de esta nueva especie con una raza de maíz

cultivado, en una fase temprana de la domesticación, podría haber originado las diversas razas de teocintle anual, y dicho evento se presentó hace 4 000 años, en donde es endémico el Zea diploperennis. Mangelsdorf, et al (1981). De esta manera en base a lo propuesto por Wilkes en 1979, estos investigadores realizaron cruza experimentales de Zea diploperennis con Palomero toluqueño (raza antigua), obteniendo resultados extraordinarios en varias generaciones, encontrando fenotipos como: teocintles perennes, y anuales; maíces anuales y perennes. Considerando que dentro de los teocintles anuales no encontró ninguno idéntico a lo descrito por Wilkes (1967), sin embargo algunas características fueron similares.

Guzmán (1982), señala que Zea diploperennis, es la especie del complejo Zea más primitiva que actualmente se conoce, con un descendiente tetraploide directo, Zea perennis. En la FIGURA 1, presenta una sinopsis evolutiva del género Zea.

Un año más tarde Doebley (1983a), señala que en base a estudios realizados por Timothy, et al en 1979 - citología y análisis de ADN en mitocondrias y cloroplastos; Mastenbroek, et al en 1981 - estudio proteico de semillas; Pasupuleti y Galinat en 1982 - estudios citológicos y Doebley, et al en 1984 - variaciones isoenzimáticas, demuestran que el género Zea se divide en dos secciones: la sección Zea y la sección Luxuriantes y sugiere que los teocintles de esta última sección es la taxa más primitiva en el género.

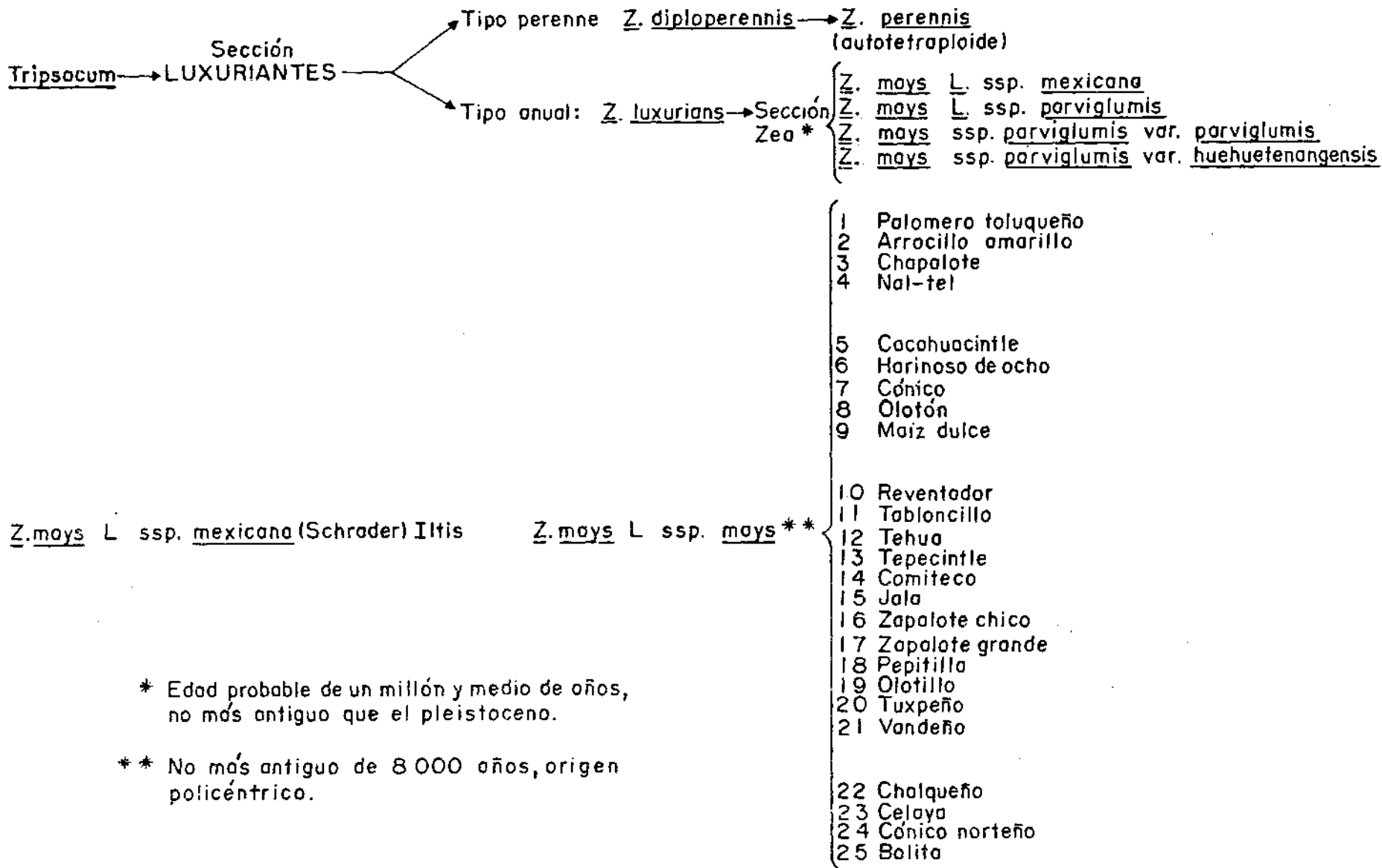


FIGURA 1. Sinopsis evolutiva del género Zea. (Guzmán 1982).

Posteriormente Doebley (1982b), indica que después de la división del género Zea en secciones, continuó la división en cada una. Dentro de la sección Luxuriantes, se encuentran los teocintles perennes; Zea diploperennis; Zea perennis donde aparentemente este último provino del primero a través de la auto poliploidía. El otro integrante de esta sección, Zea luxurians, teocintle anual que probablemente se separó muy temprano de los teocintles perennes, abandonando el hábito perenne como consecuencia de la adaptación a las condiciones de disturbio de los ambientes estacionales secos de las regiones altas del sureste de Guatemala.

La sección Zea probablemente evolucionó de la sección Luxuriantes por el desarrollo del hábito anual como adaptación a las condiciones de disturbio de ambientes secos y estacionales. En algún punto de sección Zea sufrió diversificación dando lugar a dos subespecies; Z. mays ssp. mexicana que se desarrolla en lugares altos, secos y fríos, con una estación corta de crecimiento; las plantas se identifican por tener semillas grandes, vainas moradas con pubescencia, espiguillas masculinas grandes y pocas ramas de la panícula.

La otra subespecie Z. mays ssp. parviglumis colonizó los lugares bajos, cálidos y húmedos con estación larga de crecimiento; las plantas se identifican por tener semillas pequeñas, vainas deprovistas de pubescencia, de color verde o morado pálido, espiguillas masculinas pequeñas y panícula muy ramificada.



Podol'skaya (1984), menciona que la cercanía de la filogenia de maíz y teocintle es reflejada en la clasificación moderna. Todas las especies de teocintle son consideradas del género Zea L. (1-3) dos perennes; Zea perennes (2n=40) y Zea diploperennis (2n=20) y una anual; Zea mexicana (2n=20), especies conocidas. En recientes publicaciones de clasificación del teocintle de forma anual son consideradas como una subespecie de maíz, Zea mays ssp mexicana, y solamente la más primitiva de forma anual, el teocintle de Guatemala, es separado como especie independiente, Zea luxurians.

Doebley et al (1984), demuestra los resultados obtenidos en su primer análisis de variación isoenzimática del género Zea, realizando el análisis por componentes principales con un agrupamiento claramente dividido entre las dos secciones; Luxurians y Zea. Cabe señalar que la subsp. parviglumis var. parviglumis (rasa Balsas) es la más estrechamente relacionada con maíz en este análisis.

Mangelsdorf (1986) y Kato (1988, comunicación personal) presentan una sinopsis evolutiva del género Zea, representada en la FIGURA 2 y 3 respectivamente.

### 2.3. Nomenclatura y taxonomía del teocintle.

La primera descripción del teocintle se llevó a cabo en Europa en el año de 1832, de semillas procedentes de México,

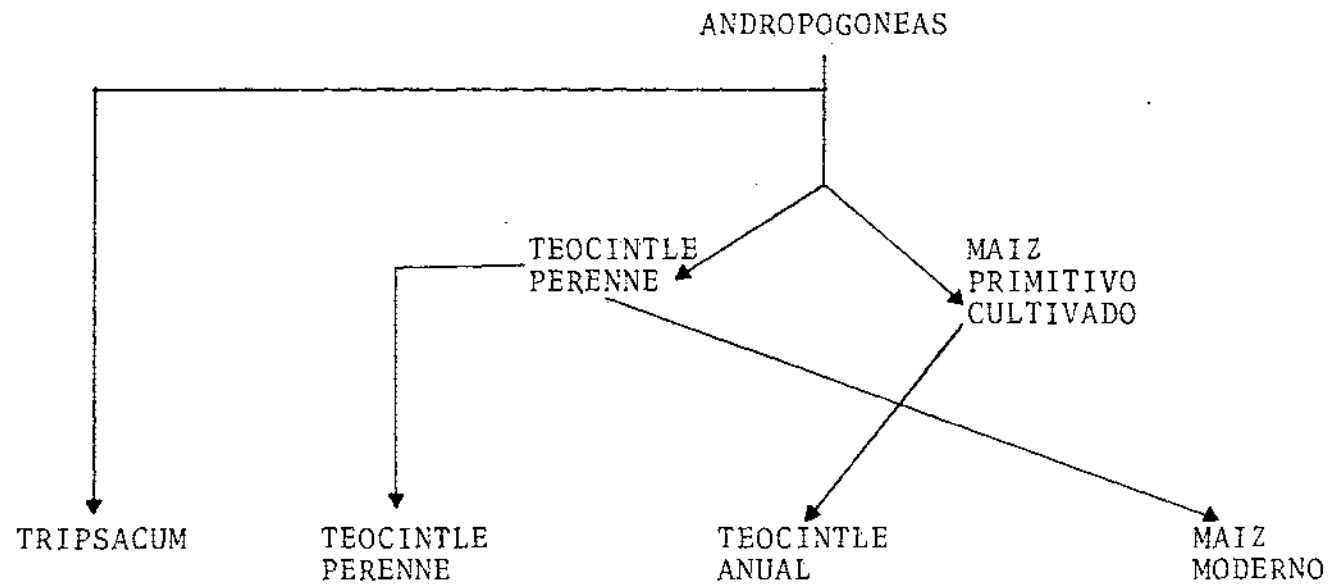


FIGURA 2. Sinópsis evolutiva del género Zea. (Mangelsdorf, 1986).

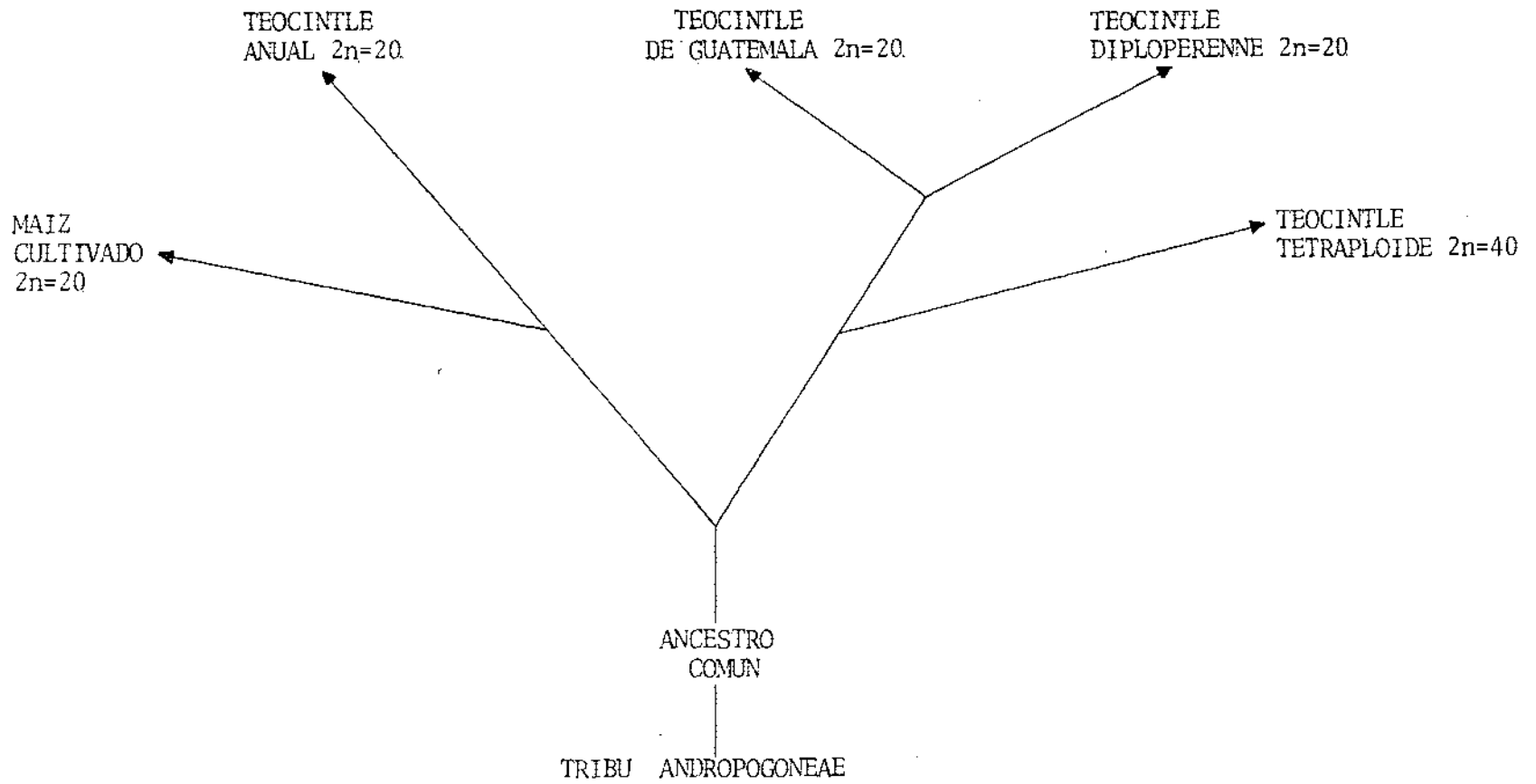


FIGURA 3. Teoría del origen del género Zea (Kato, 1988, comunicación personal).

cultivadas en el jardín botánico de Goettingen, clasificándolo como Euchlaena mexicana, Schrader en 1833. Introducido de nuevo antes de 1849 fue descrito por Brunnoff, quien lo consideró como otro taxón, Reana giovanninni, modificado por él mismo en 1873, como Reana angustifolia. Ascherson en 1875, basado en las inflorescencias femeninas y masculinas, propuso el cambio del género Euchlaena a Zea. Fournier en 1876 agrupa tres especies, Euchlaena mexicana (Schrader), Euchlaena bourgaci (Fournier) y Euchlaena giovannini. Hackel en 1890 agrupa solamente una especie en el género Euchlaena, E. mexicana (Schrader). Wilkes (1967).

Asimismo Kuntze en 1904, citado por Wilkes (1967), basado en el hecho de que el maíz y teocintle producen híbridos fértiles, propuso el cambio del teocintle de Euchlaena a Zea y reconoció dos especies; Z. mays L. para el maíz y Z. mexicana (Schrader) Kuntze para el teocintle.

En 1910 A.S. Hitchcock descubrió en Zapotlán, Jalisco, México, un nuevo tipo de teocintle, que poseía rizomas, considerándolo como una especie perenne, Euchlaena perennis, publicado por él en 1922. Guzmán (1982).

Reeves y Mangelsdorf (1942), realizando una revisión del género Euchlaena y Zea proponen un cambio de taxonomía en la tribu Maydeae, reconociendo solo dos géneros, Zea y Tripsacum; ya que Zea y Euchlaena son congéneros naturales por existir

estrecha similaridad morfológica y citológica (produciendo híbridos fértiles), razón para considerarlos como un sólo género "Zea".

Rollins citado por Wilkes (1967), en base a los estudios citogenéticos, mencionan tres puntos claves para incluir el género Euchlaena a Zea:

1) Son completamente interfértiles; 2) son similares en su morfología cromosómica; y 3) presentan cruzamientos normales. Por consiguiente Wilkes (1967) en base ha un estudio completo con teocintle de México y América Central identifica seis razas; dos para Guatemala y cuatro para México considerando caracteres; fenológicos, fisiológicos, morfológicos, citológicos, las relaciones maíz-teocintle y su distribución geográfica.

Para México fueron: Raza; Nobogame, Chalco, M. Central y Balsas. Para Guatemala fueron: Guatemala y Huhuetenango.

Iltis en 1972 propone un cambio de taxonomía dentro del género Zea considerando dos especies, Zea mays L. para el maíz y teocintle anual, y Zea perennis (Hitchcock) Reeves y Mangelsdorf, para el teocintle perenne. En la especie Zea mays L. incluye tres subespecies: ssp mays, ssp mexicana y ssp luxurians, correspondientes al maíz cultivado, al teocintle anual mexicano, y al teocintle anual guatemalteco, respectivamente. Esta misma nomenclatura ha sido aceptada por de Wet y Harlan (1972). Orozco (1979).

Por otro lado Iltis et al (1979), con el reporte de Guzmán en 1978 de la nueva población de teocintle en el Cerro de la Ventana, Jal., siendo diploide ( $2n=20$ ) por estudios hechos por Kato en 1979, se incluyó como una especie más al género Zea.

Iltis y Doebley (1980) modifican la taxonomía dada por Iltis en 1972, en base a mediciones de un gran número de caracteres morfológicos de la inflorescencia masculina, por considerar que dicha estructura no ha estado sujeta a la presión selectiva del hombre como lo es la inflorescencia femenina; a evidencias citológicas y otras áreas.

Más tarde Doebley (1983a) realiza un estudio de taxonomía numérica en poblaciones de teocintle y maíz en México y Centroamérica, en base a 17 caracteres seleccionados para la inflorescencia masculina (panícula, espiguillas y glumas) y mediante otros estudios citogenéticos, bioquímicos y genéticos revisados en la literatura, el género Zea lo divide en 2 secciones: "Luxurians" y "Zea". Paralelamente Doebley (1983b) publica la taxonomía y evolución de tripsacum y teocintle, considerando su filogenia, distribución y morfología de las especies que contienen ambos géneros, indicando para el género Zea la misma que propone Iltis y Doebley (1980).

De la misma manera Doebley et al (1984), en su estudio de la variación insoenzimática del género Zea y de acuerdo a

sus resultados, presenta la misma nomenclatura para este género que concuerdan por lo establecido en sus estudios anteriores.

De acuerdo a lo propuesto por Wilkes (1967); Iltis y Doebley (1980); Doebley (1983a), (1983b); y Doebley et al (1984), se propone una nomenclatura general para el género Zea. (Ver CUADRO 1 BIS).

#### 2.4. Morfología

La morfología del teocintle es muy similar a la del maíz cultivado, sus principales diferencias se encuentran identificadas en las inflorescencias, específicamente en la femenina (Wilkes, 1967; Mangelsdorf, 1974; Randolph en 1976 (citado por Sánchez (1984))); Doebley, 1983a y 1983b.

##### 2.4.1. Descripción general

De acuerdo a la morfología presentada por Wilkes, 1967; Mangelsdorf, 1974; Kato, 1976 y otros, se describe la morfología del teocintle de una manera general.

El tallo principal está formado por una serie de nudos y entrenudos, cuyo número, longitud y diámetro varían. En cada nudo se origina una hoja, formada ésta por la vaina y el limbo. Las yemas de algunos nudos pueden desarrollarse y

CUADRO 1 BIS. Nomenclatura general para el género Zea

Sección	Razas	Especies
Luxuriantes	Guatemala	<i>Zea luxurians</i> (Duriev) Bird (2n=20)
	<u><i>Zea diploperennis</i></u>	Iltis, Doebley y Guzmán ... Teocintle perenne diploide (2n=20)
	<u><i>Zea perennis</i></u>	(Hitchcock) Reeves y Mangelsdorf ... Teocintle perenne tetraploide (2n=40)
Zea	Chalco	<u><i>Zea mays</i></u> L. ssp. <u><i>mexicana</i></u> (Schrader) Iltis (2n=20)
	Mesa Central	<u><i>Zea mays</i></u> L. ssp. <u><i>mexicana</i></u> (Schrader) Iltis (2n=20)
	Nobogame	<u><i>Zea mays</i></u> L. ssp. <u><i>mexicana</i></u> (Schrader) Iltis (2n=20)
	Balsas	<u><i>Zea mays</i></u> L. ssp. <u><i>parviglumis</i></u> Iltis y Doebley var. <i>parviglumis</i> (2n=20)
	Huehuetenango	<u><i>Zea mays</i></u> L. ssp. <u><i>parviglumis</i></u> Iltis y Doebley var. <i>huehuetenangensis</i> (2n=20)
	Maíz (Cultivado)	<u><i>Zea mays</i></u> L. ssp. <u><i>mays</i></u> (2n=20)



diferenciarse en tallos conocidos como hijos y ramas laterales con estructura morfológica similar a la del tallo principal.

Existen yemas en la base de los entrenudos que pueden desarrollar algunas mazorcas, las cuales se cubren con hojas reducidas.

El tallo termina en una inflorescencia masculina, la panícula. Esta posee un eje central, a la cual se unen las ramificaciones primarias, que a su vez pueden ramificarse dando lugar a ramificaciones secundarias.

Las espiguillas se encuentran por pares en la panícula, una sésil y otra pedicelada. Estas dos florecillas se hallan cubiertas por las glumas y cada flor por dos brácteas florales, la lema y la palea; cada flor tiene tres estambres, dos lodículos y un pistilo rudimentario.

La inflorescencia femenina consiste de dos hileras de pares de espiguillas que nacen en una cavidad formada en un segmento del raquis (copilla), cavidad que está cerrada por la gluma inferior endurecida. En cada copilla solamente se desarrolla una espiguilla, la otra permanece en forma rudimentaria. La estructura combinada de segmento de raquis y la gluma superior endurecida forman la capa dura que cubre completamente el carióspeide.

#### 2.4.2. Descripción específica para cada especie

De acuerdo a la morfología general del teocintle existe gran variabilidad en caracteres en las diferentes especies, que varios autores como Wilkes, 1967; Guzmán, 1982; Doebley, 1983a dan a conocer las principales.

##### 2.4.2.1. Sección Zea

Las características distinguibles de esta sección son: panículas con 100 o más (236) ramificaciones; espiguillas masculinas flexibles; cápsulas de forma triangular; y nudos cromosómicos posición terminal e intermedia.

Zea mays L. ssp. parviglumis Iltis and Doebley var. parviglumis. Raza Balsas de Wilkes (1967). Plantas de altura baja; madurez de intermedia a tardía; suficientes retoños basales (hijos); número de hojas promedio de 11.7, moderadamente largas y angostas, coeficiente de 10; color de planta de verde claro a rojizo, vainas sin pubescencia; número de nudos promedio 7-10; ausente el cromosoma B, con excepción de las poblaciones localizadas en los límites de la Mesa Central. Inflorescencia masculina muchas ramificaciones, presentando ramificaciones secundarias y terciarias; presenta espiga central (no es evidente). Inflorescencia femenina moderadamente cortas, delgadas; número de semillas promedio 8.8; segmento de raquis curvo-triangular; semillas pequeñas, puntiagudas; promedio en peso 0.024 g , endospermo duro, blanco grisáceo

pericarpio café o pardo cafésoso.

Zea mays L. ssp mexicana (Schradler) Iltis. Raza Mesa Central de Wilkes (1967). Plantas de altura intermedia-altas; retoños basales (hijos) moderado; número de hojas promedio 12.9, de cortas a intermedias en longitud y anchas; coeficiente 7.9; plantas de color verde-rojizo débil a rojizo; alta pubescencia, número de nudos promedio 8-9; presentan el cromosoma B. Se presenta 2 formas de teocintle en esta raza: una adaptada a campos de cultivo, las cuales son altas y poseen pocos retoños basales (hijos) pero bien desarrollados. La segunda encontrada sobre roca caliza u otros sitios protegidos de malas hierbas y animales, siendo moderado en el número de retoños basales (hijos). Inflorescencia masculina de intermedio a moderadamente ramificada, ramificaciones cortas, pocas ramas secundarias y terciarias usualmente ausentes; índice de condensación alto; presenta rama principal pero no prominente. Inflorescencia femenina de longitud intermedia y ancha; número de semillas promedio 10.4; segmento de raquis triangular; granos largos a pequeños; adaptadas a los campos de cultivo, pesan 0.047 g y el silvestre es de 0.027 g. a la vez presentan 2 formas distintas; endospermo duro, blanco claro a blanco amarillo, pericarpio de pardo a café.

Zea mays L. ssp mexicana (Schardler) Iltis. Raza Chalco de Wilkes (1967). Plantas altas, madurez intermedia, pocos retoños basales (hijos) separados; número promedio de hojas 14, largas y anchas; coeficiente 7.5; plantas de color rojizo

vainas pubescentes; número de nudos promedio 9-13. Inflorescencia masculina larga, moderadamente ramificada, pocas ramas secundarias, las terciarias usualmente ausentes; rama principal prominente. Inflorescencia femenina larga y ancha, número promedio de semillas 11.2; segmento de raquis triangular; granos largos, blanco a amarillo, aleurona incolora o a veces colorado, pericarpio café oscuro.

Zea mays L. ssp. mexicana (Schrader) Iltis. Raza Nobogame de Wilkes (1967). Plantas altura baja a intermedia; precoces; retoños basales (hijos) de pocos a intermedios; número de hojas promedio 10.5, con longitud corta y angosta; coeficiente de 9.8; plantas de color verde claro a rojizo; promedio en el número de nudos es menor 5. Inflorescencia masculina corta, pocas ramificaciones, índice de condensación alto en la rama principal; pocas ramas secundarias. Inflorescencia femenina longitud intermedia, delgada de la base al extremo, presenta en ocasiones extremos estaminados; promedio en el número de semillas 9.7; segmento de raquis curvo-triangular, grano pequeño; peso promedio 0.024 g, endospermo duro, blanco claro, pericarpio pardo.

Zea mays L. ssp. periglumis var. huehuetenangensis Iltis and Doebley. Raza Huehuetenango de Wilkes (1967). Plantas altas; madurez tardía; denso en retoños basales (hijos); número de hojas promedio 14.8, largas y anchas; coeficiente 12; plantas color verde claro a rojizo; pubescencia ligera; promedio en el número de nudos 9-12. Inflorescencia masculina larga, moderadamente

ramificada, pocas ramas secundarias, usualmente ausente las terciarias, rama central presente. Inflorescencia femenina larga, moderadamente delgada, presentan muchas veces extremidades estaminadas; promedio en el número de semillas 8.6; segmento de raquis curvo-triangular; granos pequeños, promedio en peso 0.025 g , endospermo duro, blanco grisáceo, pericarpio pardo cafésoso.

#### 2.4.2.2. Sección Luxuriantes

Las características distinguibles de esta sección son: panículas con pocas ramas; usualmente menor que 15, espiguillas masculinas duras; cápsulas trapezoidales; y nudos cromosómicos estrictamente terminales.

Zea luxurians (Duriev and Ascherson) Bird. Raza Guatemala Wilkes (1967). Plantas altura intermedia, madurez tardía, denso en retoños basales (hijos) bien desarrollados como el tallo principal; nudos basales alargados como nudos superiores; promedio en número de hojas 12, largas y estrechas; coeficiente 11; plantas de color verde; vainas sin pubescencia; promedio en el número de nudos 11-13. Inflorescencia masculina cortas, ramificadas, ramificaciones secundarias y pocas terciarias; rama principal ausente; glumas largas, completamente cubierta por lemma y palea en floración. Inflorescencia femenina cortas; promedio en el número de semillas 6.4; segmento de raquis trapezoidal; granos pequeños, promedio en peso 0.03 g ; endospermo duro blanco grisáceo, pericarpio

café o café pardo (castaño).

Zea perennis (Hitchcock) Reeves and Mangelsdorf. Guzmán (1982). Plantas perennes, de (1-) 1.7-2 m de alto, en pequeñas colonias; rizomatosas con entrenudos de 1.6 cm de largo, los entrenudos sin rizomas ovoide-tuberosos; tallos de 1 cm de grueso; hojas de 20-50 cm de largo, por 1-3.5 de ancho; inflorescencia estaminada de 12-20 cm de largo, algunas veces claviforme, más larga que ancha, con 3-9 espigas de 9-15 cm de largo; espiguillas de 9-10.5 mm de largo exterior aguda u obtusa, aplanada hacia el ápice, con las dos quillas angostamente aladas; espigas pistaladas de 4-8 cm de largo por 5-8 mm de ancho, usualmente solitarias, con frecuencia con una espiga corta estaminada en el ápice; pedúnculos de 10-25 cm de largo; cápsulas de 5-10 con frecuencia lateralmente comprimidas, la gluma cubierta e incluida o algunas veces libres; estilos de 4-5 cm de largo, pilosos;  $2n=40$ .

Zea diploperennis Iltis, Doebley y Guzmán. Guzmán (1982). Plantas de 1.5 - 2.5 cm de alto, y de aspecto parecido al de maíz, en grandes colonias, rizomatosas, con entrenudos de 2-6 mm de largo, los rizomas creciendo de 3-15 cm por año y produciendo brotes ovoide-tuberosos de 1-3 cm de grueso; hojas de 40-80 cm de largo por 2 - 4.8 cm de ancho; inflorescencia estaminada de cerca de 15 cm de largo, por 25 cm de ancho, consistente de (2-) 12-15 espigas de 6-15 cm de largo; espiguillas de 9-11 mm de largo por 3 mm de ancho, la primera gluma atenuada, aplanada hacia el ápice, con las dos quillas

angostamente aladas; cápsulas de 5-10, (3.5-) 4-5 (-5.5) mm de ancho por 6-8 (-8.7) mm de largo, lateralmente comprimidas, trapezoidales, marcadamente más grandes del lado que incluye la gluma, usualmente cubiertos por la elongación del raquis;  $2n=20$ .

#### 2.4.3. Diferencias morfológicas entre razas modernas de maíz y teocintle.

Randolph en 1976, presenta de una manera amplia, las diferencias que existen entre maíz y teocintle para caracteres de planta, espiga, mazorca y respuesta ambiental; esas diferencias se presentan en el CUADRO 1,2 y 3, tomado de Sánchez y Ordáz (1984).

#### 2.5. Distribución geográfica de poblaciones de teocintle en México

El teocintle, es una especie que necesita una distribución geográfica específica. Collins (1921), menciona que el teocintle no parece ser una planta de amplia distribución, haciendo necesario definir mejor las localidades. En el mismo año este autor reporta para el Estado de Durango dos localidades, Rancho Alcalde a 15 millas al este de la ciudad de Durango; en el Estado de México en Chalco localiza amplias poblaciones. Además encontró la población descubierta por Hitchcock en 1910 en Zapotlán, Jal., (hoy ciudad Guzmán), una especie perenne, diferente a las reportadas para México.

CUADRO 1. Caracteres de planta y respuestas ambientales de significancia taxonómica que diferencian a las razas modernas de maíz y teocintle.

M A I Z	T E O C I N T L E
1.- Tallos robustos sin ramas en los nudos superiores.	1.- Tallos delgados con ramas en los nudos superiores.
2.- Láminas de la hoja anchas y alargadas.	2.- Láminas de la hoja cortas y angostas.
3.- Los tallos en general producen pocos hijos o ninguno, raras veces muchos.	3.- Los tallos producen de pocos a muchos hijos.
4.- Amplia tolerancia a factores climáticos y edáficos.	4.- Tolerancia muy restringida a factores climáticos y edáficos.
5.- Bien adaptado a rangos de altitud, temperatura y fotoperíodo.	5.- Poco adaptado a diferencias extremas en altitud, temperatura y fotoperíodo.
6.- Amplia distribución en el mundo en climas templados, tropicales y subtropicales.	6.- Distribución muy restringida, sobre todo como maleza de parcelas de maíz en Mesoamérica.
7.- Especie exclusivamente anual, raras veces exhibiendo tendencias perennes.	7.- Se reconocen especies anuales y perennes.



CUADRO 2.- Características de inflorescencias masculinas y femeninas que diferencian a las razas modernas de maíz y teocintle.

M A I Z	T E O C I N T L E
1.- Nacen mazorcas sencillas en uno o pocos nudos.	1.- Nacen conglomerados de mazorcas en muchos nudos, excepto en los tipos más silvestres.
2.- Las mazorcas son grandes, polísticas, intactas en la madurez y producen granos grandes por lo general.	2.- Las mazorcas son pequeñas, dísticas con espiguillas no apareadas en la madurez producen pocas semillas y son desarticulables.
3.- Las mazorcas maduras quedan envueltas completamente por numerosas hojas alargadas.	3.- Las mazorcas maduras quedan parcialmente envueltas por una hoja sencilla relativamente corta.
4.- Estigmas capaces de alargarse para aparecer fuera de las puntas de las hojas.	4.- Estigmas cortos que se adecúan a espigas que tienen una hoja mucho más corta.
5.- Raquis (olote) mucho más alargado en la madurez.	5.- Raquis inapreciablemente alargado en la madurez.
6.- Articulaciones del raquis grandes y condensadas.	6.- Articulaciones del raquis pequeñas y moderadamente condensadas.
7.- Inflorescencia masculina con rama central.	7.- La inflorescencia masculina del teocintle no contaminado por maíz no tiene rama central.
8.- Los más grandes granos de polen de las gramíneas, teniendo un patrón de ektexina uniformemente distribuido.	8.- El tamaño promedio de los granos de polen es significativamente menor que maíz y el teocintle no contaminado por maíz no presenta el patrón de ektexina.

CUADRO 3. Características morfológicas de espiguilla y copilla que diferencian a las razas modernas de maíz y teocintle.

M A I Z	T E O C I N T L E
1.- Espiguillas pistiladas en pares.	1.- Espiguillas pistiladas no apareadas.
2.- Espiguillas pistiladas espaciadas uniformemente	2.- Espiguillas pistiladas arregladas en forma alterna en lados opuestos de un raquis dístico.
3.- Las espiguillas pistiladas apareadas son pediceladas unidas a copillas más bien anchas que altas.	3.- Las espiguillas pistiladas son sencillas, sésiles y unidas a copillas estrechas y alargadas.
4.- Las espiguillas pistiladas maduras con granos unidos y que sobresalen de la copilla abierta.	4.- Espiguillas maduras con el grano unido y completamente encerrado en una cápsula triangular o trapezoidal.
5.- Entrenudos de copillas generalmente cortos, condensados.	5.- Entrenudos de copillas alargados, no condensados.
6.- La condensación en las uniones de copillas en el raquis contribuyen a la estructura rígida del olote maduro.	6.- Las uniones de copilla en el raquis tienen un papel de protección como frutos de cubierta envolvente.
7.- Glumas membranosas, lema y palea encierran en la axila la superficie de la cariopsis madura.	7.- Gluma externa endurecida que envuelve la cariopsis madura, la lema y palea en la cápsula triangular córnea.
8.- Los granos son grandes, generalmente aplanados y son fácilmente desprendidos en la madurez quedando intacta la superficie del olote.	8.- Granos pequeños, redondeados con extremos puntiagudos que no son removidos fácilmente de cápsula córnea, la cual queda desarticulada en la madurez.

Bukasov (1930), menciona áreas de distribución de Euchlaena que puede dividirse en : 1) área del Norte, que ocupa las altas montañas hasta 2 000 m y llega hasta la Mesa Central (tipo Durango); un tipo del Sur (Florida). Pifter señala que el teocintle se encuentra en el Sur de México y en Guatemala en la tierra caliente. El área de E. perennis está limitada a la localidad de Guzmán, en Jalisco, y toda su extensión llega cerca de una milla cuadrada. En la región de la Cd. de México las poblaciones de teocintle básicamente se encuentran vecinas a los lagos de Chalco y Xochimilco al Sur de la Cd. de México. Hacia el oeste, está limitada a las localidades de Coyoacan, Huipulco y Xochimilco, todos dentro del Distrito Federal.

Para 1935 Kempton y Popenoe exploraron Guatemala, El Salvador y Chiapas en México determinando la existencia de teocintle. Más tarde en 1937, Collins, Kempton y Stadelman visitaron la Sierra Madre Occidental en Chihuahua donde encontraron la planta, reportado por Lumholt, en las localidades de Cerro Prieto y Nobogame. (Wilkes, 1967).

Jekins (1943), encontró una población de teocintle en el km 329.5 del nuevo camino México-Acapulco, en el lado opuesto del poblado Palo Blanco, Gro., al Sur camino de Mazatlán, Gro.

Por otro lado, Wellhausen et al (1951), con información proporcionada por E. Hernández X. y C.L. Gully de sus colecciones de teocintle y de especímenes existentes en herbario, preparó

un mapa para la distribución de teocintle en México con un total de 22 localidades correspondiendo una población para el teocintle perenne de Jalisco.

En estudios extensivos e intensivos de poblaciones de teocintle de México y América Central, Wilkes (1967), reconoce para México 4 razas de teocintle, con un total de 54 localidades exploradas, cuya distribución es la siguiente:

- 1) Nobogame: Valle de Nobogame en la Sierra Madre Occidental, en los márgenes de cultivos de maíz, de arroyos y otros sitios protegidos de maleza y animales; entre 1750-1920 m.
- 2) Mesa Central: Se encuentran amplias poblaciones, en los Estados de Michoacán y Guanajuato; pequeñas poblaciones aisladas en Durango; y en Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco y Querétaro, posiblemente existieron extensas poblaciones.
- 3) Chalco: En el Valle de México, ocurriendo como una mala hierba en los campos de Maíz; entre 2180-2500 m localizando las más altas poblaciones en los Reyes, Chalco y Amecameca, desarrollándose como una planta mimética del maíz.

- 4) Balsas: La región de la Cuenca del Río Balsas en Michoacán y Guerrero; principalmente en las montañas, entre 800-1950 m; desarrollándose a lo largo de la Cuenca y en la Sierra Madre del Sur hacia Chilpancingo, Guerrero.

Mangelsdorf (1974), cita a Hernández X., como de los principales colectores de maíces en México, realizando al mismo tiempo colectas de teocintle para la zona del Balsas, iniciando en 1943 por la Oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México.

De la misma manera Kato (1976), reporta las colectas de teocintle realizadas en México durante el período de 1965-1976 en los Estados de Guerrero, Guanajuato, Michoacán y México.

Una de las exploraciones más exitosas de la década de los setentas, fue el redescubrimiento del teocintle perenne que por muchos años se le consideraba extinguido en la naturaleza; fue encontrado por Guzmán en 1978(1) en las localidades de los Depósitos y la Mesa al Oeste de Cd. Guzmán, Jal., originalmente descubierto por Hitchcock en 1910, cuya localidad se encuentra a una altura de 1800 msnm, considerada como una especie tetraploide ( $2n=40$ ), nombrado como *Zea perennis* (Hitchcock) Reeves y Mangelsdorf. Otra población de teocintle perenne fue descubierta por Guzmán en 1978(2) en el Cerro de la Ventana, cercano al poblado de San Miguel, aproximadamente 15 km al Este

de Cuzalapa, Municipio de Cuautitlán, Jal., siendo distinta a la encontrada en Cd. Guzmán, perteneciente a otro taxón (especie) denominada como Zea diploperennis. Iltis et al (1979).

Continuando con las exploraciones de teocintle Guzmán (1982) de 1977 a 1980, realizó su período de colectas, indicando la distribución de teocintle para el Estado de Jalisco, donde señala 5 localidades para Zea diploperennis, 4 para Zea perennis y 7 para teocintles anuales.

Hernández (1985), considera 17 regiones agrícolas para México y las variantes maíz y frijol, señalando en 4 de ellas la distribución del teocintle, que a continuación se describen:

- 1) Sierra Madre Occidental, de 1800-2300 msnm, clima templado húmedo; vegas angostas, valles intermontanos, declives: Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango y Nayarit, Abunda teocintle clase "Nobogame".
- 2) Llanuras de Jalisco y el Bajío, de 1000-2000 m sobre el nivel del mar; clima templado húmedo y subcálido. Húmedo; de temporal y de riegos: Colima, Jalisco, Sur de Guanajuato y Michoacán. Abunda teocintle (Zea mexicana) y maicillo (Zea perennis).

- 3) Mesa Central, de 1800-2700 msnm; clima templado húmedo; valles intermontanos, vegas, declives, áreas con riego: Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, México, Querétaro, Traxcala, Norte de Morelos, Puebla, Occidente de Veracruz. Abunda teocintle clase "Chalqueño".
  
- 4) Tierra Caliente, la cuenca del Río Balsas de 0 a 1500 msnm; clima cálido-húmedo; de temporal y de riego: Sur de Michoacán, México, Morelos, Puebla y Guerrero. Abunda teocintle clase "Balsas".

Sánchez y Ordáz (1987), en los meses de octubre a enero del período comprendido de 1983-1986, recorrieron algunas regiones de los Estados de Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit y Oaxaca con la finalidad de recolectar semilla (frutos, granos) e identificar los sitios en que se distribuye el teocintle.

De acuerdo a la distribución de teocintle y vías de comunicación dividieron el país en 7 regiones de colecta:

- 1) Valle de Nobogame, Chih.
- 2) Valle de Guadiana, Dgo.
- 3) Jalisco-Colima-Nayarit
- 4) El Bajío (Guanajuato-Michoacán)
- 5) Valle de México (Edo. de México)
- 6) Cuenca de Balsas (Guerrero, Morelos, Michoacán)
- 7) Estado de Oaxaca.

Estos mismos autores, señalan características geográficas, ecológicas y de distribución de las regiones exploradas (CUADRO 4) y elaboran un mapa de distribución geográfica de poblaciones de teocintle en México, de poblaciones colectadas y reportes no confirmados. (ver FIGURA 4). Por otro lado indican que actualmente en el Banco de Germoplasma de Maíz del INIFAP, cuenta con 103 muestras de 97 poblaciones, lo que representa el 70% de las conocidas por México. Realizando una clasificación racial en cuanto a tamaño y forma de semilla, tipo de espiga masculina, altitud, condiciones climáticas del sitio de colecta y reportes en la literatura disponible, resume el número de colectas por grupos definidos:

Raza	Especie	Nº de Colecta
Nabogame	( <u>Z. mays</u> L. ssp <u>mexicana</u> )	1
Chalco	( <u>Z. mays</u> L. ssp <u>mexicana</u> )	15
Balsas	( <u>Z. mays</u> L. ssp <u>parviglumis</u> var. <u>parviglumis</u> )	57
Mesa Central	( <u>Z. mays</u> L. ssp. <u>mexicana</u> )	18
<u>Zea perennis</u>		3
<u>Zea diploperennis</u>		3





CUADRO 4. Características geográficas ecológicas y distribución de teocintle por regiones exploradas por Sánchez y Ordaz (1987)

Regiones	Estado	Situación Geográfica			Clima	°C temp. ( $\bar{x}$ anual)	(mm) p. p. (anual)	** Vegetación	*Situación de Colecta	Raza identificada Por Wilkes (1967)
		Altitud (msnm)	Latitud (N)	Longitud (W)						
Valle de Nobogame	Chih.	1800	26.4°	106.9°	Templado C.W.	12.7	1050.9	Pino - Encino	2,3	Nobogame
Valle de Guadiana	Dgo.	1890	24.0°	104.5°	Estepa (BS)	17.5	490.6	Matorral Xerófilo	1,3	M. Central Dgo.?
Jalisco Colima Nayarit	-	500-2250	19.0-22.0°	102.0-105.0°	Templados (Cw) Semicálido (A) C Cálidos semisecos Aw <sub>0</sub> Cálidos subhúmedos Aw <sub>2</sub>	16-27	500-1900	Pino - Encino Tropical caducifolio Tropical subcaducifolio	1,2,3	M. Central Balsas Z. diploperennis Z. perennis
Bajío	Gto. Mich.	1500-2000	19.0-21.0°	100.0-102.5°	Templado lluvioso (A) C (w) y C (w)	16-22	700-1000	Espinoso Pino - Encino Tropical caducifolio	1,2,3	M. Central
Valle de México	Mex.	2250	19.0-20.5°	98.0-99.0°	Templado subhúmedo y semifrío	12-18	> 700	Pastizal Pino - Encino	1,2	Chalco
Cuenca del Balsas	Gro. Jal. Oax. Méx. Pue. Mich.	800-1900	17.0-20.0°	97.5 103.5°	Cálido seco, con invierno seco (Aw)	< 28	500-1200	Espinoso Pino - Encino Tropical caducifolio	1,2,3	Balsas
Estado de Oaxaca	-	1120	18.3°	97.0°	Cálido Subhúmedo con invierno seco (Aw)	23.4	1951.4	Tropical subcaducifolio	1,3	Balsas

\* 1) Alejado al maíz. 2) Entre el maíz. 3) Margenes del cultivo de maíz.

\*\* Observaciones complementarias. (tomado de Rzedowski 1981).



FIGURA 4. Distribución de las poblaciones de teocintle en México (tomado de Sánchez, 1987).

## 2.6. Aspectos importantes del teocintle

### 2.6.1. Aspectos citogenéticos del maíz-teocintle

Kato en 1976, estudia la morfología de los cromosomas paquiténicos de colectas de teocintle en México y Guatemala, y de maíz de la parte central de México, en lo que respecta a posición, tamaño y distribución de nudos; encontrando que los nudos no tienen una distribución al azar, pero algunas poblaciones poseen más de una combinación, estos tienden a aparecerse en diferentes regiones o razas, lo que indica que varios tipos de nudos en diferentes posiciones valores adaptados diversos, por lo que diferentes presiones de selección actúa sobre ellos, no existe evidencia de un cambio mecánico en los nudos de los cromosomas de maíz y teocintle y la existencia de nudos en éste último, se deriva de una población compleja ancestral común, lo cual tiene todos los nudos conocidos hasta el presente. Las posiciones de nudos  $4S_2$ ,  $5S_1$  y  $7S$  están en alta frecuencia en el teocintle de la región de Chalco, México y no se encuentra en el maíz de esta misma región; sin embargo, se les localiza en alta frecuencia en maíz de la raza, Zapalote Chicho y Zapalote Grande de la región de Oaxaca y Chiapas, México. Orozco (1979).

Después Mc Clintock (1981), señala que el maíz y teocintle comparten composiciones cromosómicas que son similares. Además, el teocintle de México tiene las mismas clases de nudos que están presentes en el maíz y que aparecen en las mismas posiciones

en cada uno de los diez nudos cromosómicos del teocintle. No obstante, el teocintle mexicano tiene nudos que aún no han sido observados en maíz, la mayoría de estos son pequeños en tamaño y muchos aparecen en teocintles que crecen dentro de límites geográficos restringidos, no encontrándose nudos grandes entre ellos. Asimismo Kato como colaborador en el presente estudio, examinó varias plantas provenientes de recolecciones de teocintle, realizadas en México y Guatemala, mediante estudios citológicos observó que en las colecciones realizadas en Guatemala, todos los teocintles mostraron posición terminal en los nudos cromosómicos, en tanto que los teocintles mexicanos juntos con el maíz, la mayoría se encuentra en posición intercalar, además que algunas poblaciones de teocintle mexicano tienen el cromosoma tipo B y su organización es la misma que en el maíz y otras tienen un cromosoma 10 anormal que corresponde en su estructura al que se encuentra en el maíz, no presentándose estos dos cromosomas en el teocintle guatemalteco (FIGURA 5).

Para 1984 Kato, realiza un estudio citogenético en Zea perennis (Hitchcock).

Mungelsdorf y Reeves en 1942, para conocer el mecanismo de diploidización que ha estado ocurriendo, en la población de teocintle tetraploide y de acuerdo a los resultados obtenidos de frecuencias de univalentes, bivalentes, trivalentes y cuadrivalentes, propone una hipótesis tentativa sobre el mecanismo por el cual un autotreploide (Z. perennis) puede evolucionar hacia

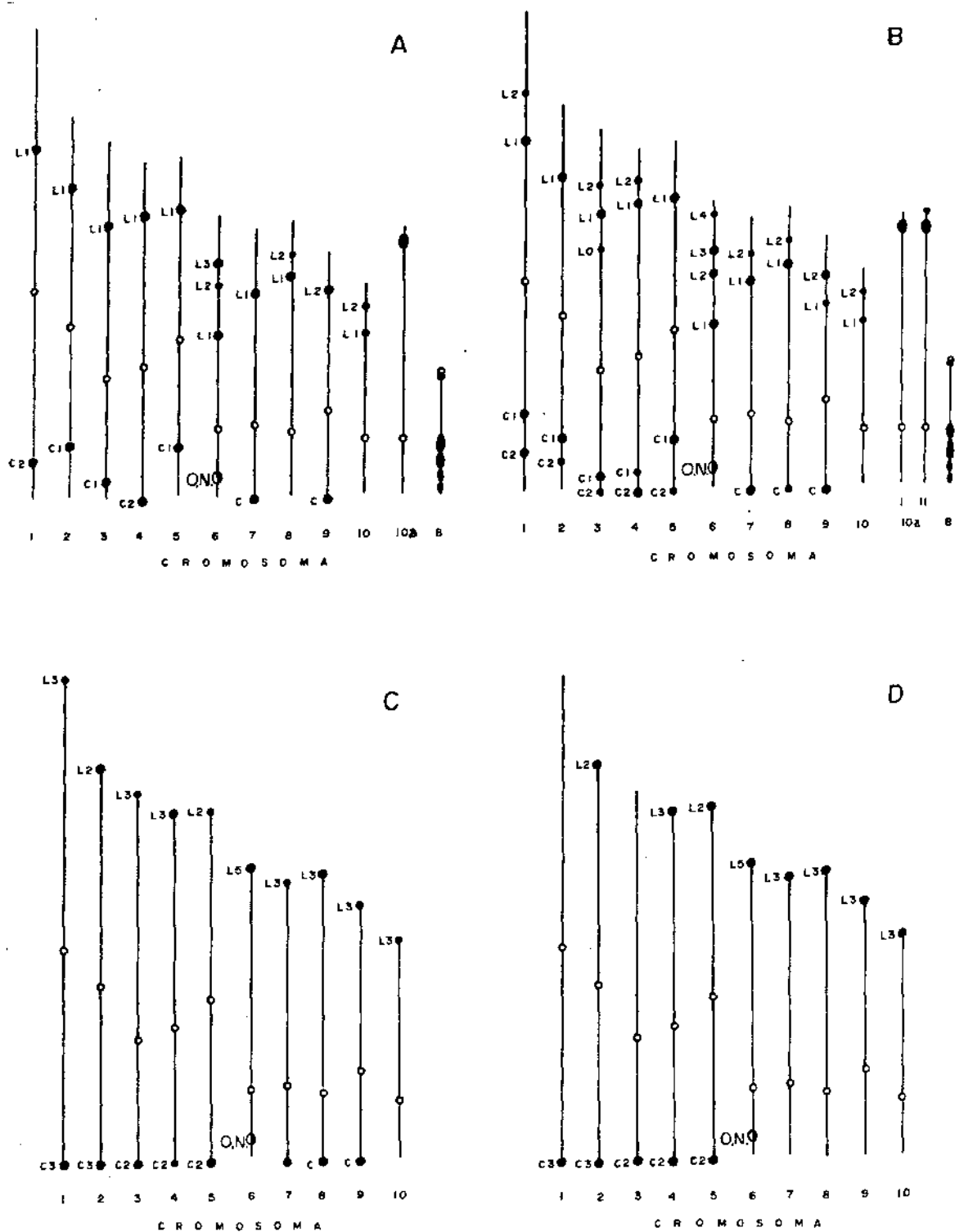


FIGURA 5. Idiogramas de cromosomas paquítenicos : A. Maíz; B. Teocintle mexicano. C. Teocintle del norte de Guatemala; y D. Teocintle del sur de Guatemala. Las posiciones de nudo están representadas por círculos negros, los centrómeros por círculos blancos y el organizador nucleolar por O. N. (Tomado de McClintock 1951).

una especie diploidizada. De esa manera el teocintle tetraploide, originado de un ancestro diploide ha logrado completar aproximadamente un 50% del proceso de diploidización (observaciones que coinciden con las realizadas por Shaver en 1962).

#### 2.6.2. Hibridación-Intogresión maíz-teocintle

El termino "intogresión-hibridación", es propuesto por Anderson y Hubricht en 1938, donde lo definen como la infiltración gradual de germoplasma de una especie en otra y el contaminante incremento de la variabilidad. El primer híbrido reportado fue a través de un escrito del profesor Brewer enviado a Sturterant en 1878, que menciona el descubrimiento del primer híbrido maíz-teocintle observado por Roezl en el Estado de Guerrero. Wilkes (1967).

Más tarde Watson en 1891 en base a semilla obtenida de Moroleón, Gto., describe a los híbridos naturales, como una nueva especie: Zea canina s.w.

Para 1900 Harshberger en base a estudios experimentales, "hibridación" maíz-teocintle, realizados por el Profesor Segura, Director de la Escuela de Agricultura, señala que la planta descrita por Watson, era una segunda retrocruza de híbridos maíz-teocintle, corrigiendo su error en la taxonomía posteriormente. Wilkes (1967).

Lumholz en 1902, Nicolás León (Harshberger en 1896); Sturtevant en 1878; López en 1908; donde reportan híbridos maíz-teocintle en la Sierra Madre de Chihuahua, Estado de Oaxaca, Estado de Guerrero y al Sur del Estado de México (Chalco) respectivamente. Wilkes (1967).

Antiporizc en 1935 (mencionado por Bukasov (1930), Wilkes (1967), Mangelsdorf (1974), Hernández (1987) y otros); menciona que en base a la intogresión maíz-teocintle, se ven afectados caracteres morfológicos de ambas especies; de las más sobresalientes se encuentran la inflorescencia femenina (mazorcas).

Bukasov (1930), indica que Collins no encontró en sus exploraciones híbridas maíz-teocintle, y considera su hallazgo como muy improbable, señalando que en la segregación de los híbridos, las plantas que sobrevivirán serían solo las parecidas a teocintle y no podrían ser descubiertas por sus características externas. Así mismo Bukasov (1930) que en su exploración en el Valle de México, solamente encontró una planta intermedia entre maíz-teocintle en la localidad de Atoyac.

Sin embargo, por información obtenida por nativos, indican que el teocintle sembrado, repentinamente se vuelve maíz y que esto sucede cada siete años (esta información concuerda con la obtenida por Sánchez y Ordáz en sus colectas de 1983-1986).

Wellhausen et al (1958), señala que teocintle se encuentra hibridándose constantemente con el maíz, actualmente en Guatemala se presenta tal circunstancia y que posiblemente se ha venido verificando por siglos.

La hibridación maíz-teocintle es común a lo largo de las poblaciones de la Mesa Central y del Valle de México y considera la hibridación como un factor de extinción para el teocintle, por dificultarse su dispersión natural. Wilkes (1967).

En cuanto a sus estudios citogenéticos resume que la hibridación maíz-teocintle producen progenies altamente fértiles. El cromosoma diez aparece regularmente apareado, con pocas excepciones, la más evidencia citológica anormal observada en cruza maíz-teocintle se encuentra la configuración terminal del segmento del brazo corto, cromosomas 8 y 9, como segmento interno del brazo largo del cromosoma 3, y sinapsis a lo largo del brazo largo del cromosoma 4.

Estudios realizados por CIMMYT (1969/1970), sobre la frecuencia con que se hibridan en la naturaleza las diferentes razas de maíz y de teocintle, concluyen que el maíz muestra más selección hacia su polen un 58% experimentalmente y un 35% permitió cruzamiento con teocintle.

Brauer (1969), señala las probabilidades de que la variabilidad aumente, por causa de infiltración entre especies,



siendo mayor en las plantas alógamas. En maíz, los estudios citológicos (Mc Clintock, 1959; Wellhausen y Prgwer, 1954), apoyan fuertemente la existencia de un intercambio cromosómico del maíz con teocintle y tripsacum.. Los trabajos de Mangelsdorf en 1947, Mangelsdorf y Reeves en 1959, demuestran los efectos del intercambio cromosómico entre maíz y teocintle y maíz tripsacum y aseguran la existencia de caracteres de las especies silvestres en el maíz como causa inequívoca de variabilidad.

Kato et al (1976) señala que el proceso de intogresión entre maíz y teocintle ha ocurrido u ocurre en forma libre y constante en ambos sentidos, se basa principalmente; en que ambas especies se cruzan fácilmente produciendo híbridos fértiles y la apariencia fenotípica de las dos especies es similar, ocurriendo en las regiones donde son simpátricas. Sin embargo estas especies se mantienen genéticamente aisladas a pesar de su cruzamiento natural, deduciendo que la intogresión es parcial, existiendo un mecanismo de aislamiento no conocido. De la misma manera este autor (1979), realiza un estudio sobre la segregación anormal del carácter ceroso en cruza de maíz-teocintle; considera que la estructura genética de las dos especies es similar y que las diferencias fenotípicas de sus poblaciones son debidas a que poseen diferentes combinaciones alélicas.

Smith y Goodman (1981). De acuerdo a su estudio de la comparación de frecuencia de nudos cromosómicos en poblaciones

simpátricas y alopátricas de teocintle y maíz, reconocen una activa intogresión de maíz en diferentes intensidades en las zonas: E - Michoacán - W México > N Guerrero > E México - D.F. Esta conclusión también es dada por Wilkes en 1967, 1977 y Smith en 1977.

Otra de las exploraciones más destacadas en la búsqueda de poblaciones de teocintle, fue la efectuada por Sánchez y Ordáz (1987) y señalan que en los sitios en que se recolectó semilla, se encontraron híbridos naturales en 38 lugares (39%) predominando en las razas Nobogame (100%), Chalco (85%), Mesa Central (77%) con solo 17% para la raza Balsas y un sitio para Zea perennis; lo anterior es debido a que en las tres primeras el teocintle crece predominante en el maíz, facilitándose el cruzamiento natural.

Este fenómeno de hibridación natural y artificial se ha reportado por otros investigadores, Mangelsdorf (1974), Guzmán (1982), Hernández y otros.

Doebley et al (1984) opina que la evidencia de intogresión del maíz dentro de teocintle tiene que ser en gran parte circunstancial y rigurosamente considerado de la evidencia incierta de suponer la hipótesis que el teocintle, no es notablemente modificado en su morfología por intogresión del maíz.

### 2.6.3. Influencia del medio ambiente en el teocintle

Las poblaciones de teocintle no se adaptan completamente cuando son sembradas en ambientes diferentes y que la humedad, el fotoperíodo y la época de siembra incluye en el desarrollo normal de la planta. Wilkes (1967).

Mangelsdorf (1974) indica que la principal y sorprendente diferencia es que el teocintle es una planta de día corto, mientras que el maíz generalmente se considera como neutral, aunque los días cortos son efectivos para acelerar la iniciación floral, especialmente para las variedades tropicales. Bajo condiciones de día largo el teocintle produce una gran cantidad de retoños (hijos), y asume una forma de crecimiento casi perenne.

Por otro lado Randolph en 1976, de una manera general presenta diferencias que existen entre maíz y teocintle en cuanto a su respuesta ambiental (ver CUADRO 1). Sánchez y Ordáz (1984).

Las poblaciones de teocintle de la Mesa Central se identifican más con el ambiente de la Cuenca del Balsas (Iguala, Gro.), mientras que las poblaciones de la Cuenca del Balsas no presenta la misma respuesta con el ambiente de la Mesa Central (Chapingo, Méx.). Orozco (1979).

#### 2.6.4. Uso del teocintle

Diversos autores han indicado que el teocintle ha participado en forma directa o indirecta en la formación e incremento de la variabilidad en maíz, así como también se le atribuye características de resistencia a plagas y enfermedades y propiedades alimenticias similares a las de maíz.

##### 2.6.4.1. Como fuente de germoplasma

Para Reeves (1950), reporta la transferencia de germoplasma de teocintle a líneas de maíz, incrementando su tolerancia al calor y sequía; no cambiando significativamente el rendimiento de las combinaciones híbridas, pero si hace variar algunas características morfológicas de planta.

Wellhausen et al (1952), el teocintle ha participado en la formación de las razas modernas de maíz en México. Las razas reventador, tepecintle y olotillo han sido descendientes directos del teocintle y de las más productoras tuxpeño y Celaya ha participado en forma indirecta. Wellhausen y Colaboradores (1958) en su descripción de las razas del América Central, indican que en Guatemala el maíz ha tenido algunos efectos por la intogresión de teocintle, como son: la aparición de nudos en cromosomas, el aumento de la resistencia a ciertas enfermedades e insectos y la creciente tolerancia al calor y humedad excesiva.

Nault et al en 1952, indica que los teocintles perennes son resistentes o inmunes a un número de enfermedades virosas que atacan al maíz como son: enanismo clorótico; moteado clorótico, rayado fino y en banda, etc.. Doebley (1983b). De esa manera este autor señala la posibilidad de usar esas características que tienen los teocintles perennes para el mejoramiento de maíz.

Cohen y Galinat (1984), utilizan 7 fuentes de germoplasma de teocintle en sustitución de líneas para la formación de híbridos en maíz, comprobando que la amplia variación genética en maíz cuenta con porciones limitadas de germoplasma de teocintle, incrementando de esa manera su heterosis.

#### 2.6.4.2. Como fuente de alimento

Bukasov (1930), señala que el teocintle se conoce como una planta forrajera de cultivo en los Estados Unidos, esporádicamente en Costa Rica (San José), y menciona también Colombia. Esta planta es cultivada ampliamente en Estado Unidos y se considera como una de las mejores forrajeras (Mac Millan), produciendo de 50 a 80 ton por acre al año.

Por otro lado Wilkes (1967), en sus reportes de colecta, indica que el teocintle se ha usado como alimento para aves y cerdos. Además menciona que a través de una publicación de American Agriculturist en 1880 es reportada como una planta

forrajera más prolífica de las conocidas.

Análisis bioquímicos, indican que el teocintle como planta alimenticia, es rica en carbohidratos y relativamente bajo en proteínas cuando se compara con otras plantas. El grano, se ha encontrado que el contenido de proteína y metionina de las semillas de teocintle es el doble que el promedio del maíz y se ha sugerido su uso en la alimentación humana. Melhus et al en 1953 (citado por Sánchez y Ordáz (1984)).

Guzmán (1982), señala que mediante información obtenida de los grupos humanos que habitan donde se localiza el teocintle (Zea diploperennis) es usado molido en mezcla con maíz, para comerlo en períodos críticos de hambre. Los mismos habitantes locales recolectan la semilla y la usan en forma regular como alimento de las gallinas y como forraje verde para ganado.

En su trabajo de investigación Sánchez y Ordáz (1987), señalan que en lugares de agricultura tradicional, con difícil acceso y topografía ondulada o montañosa, en donde el teocintle es apreciado en muchos casos como una planta de gran valor en la alimentación de cerdos y ganado vacuno. Lugares como Zacatongo, El Tablillo y los Cimientos en Jalisco; Mazatlán, Ixcateopan y Villa de Ayala en Guerrero; Tzitzio y Huetamo en Michoacán, y Agua Zarca en el estado de México. Por otro lado es importante mencionar que en lugares donde la agricultura se **ha modernizado**, es considerado como una planta indeseable (maleza) en los campos de cultivo, como es el caso de Lagos de

Moreno, San Jerónimo y Cd. Guzmán en Jalisco, Copándaro, Purvándiro, Morelia y Cd. Hidalgo en Michoacán; Chalco, Juchitepec y Amecameca en el Estado de México y Manuel Doblado en Guanajuato.

## 2.7. Clasificación por taxonomía numérica

Las técnicas de taxonomía numérica permite la clasificación de individuos a un nivel inferior de especie, raza o variedad, estableciendo el grado de similaridad entre caracteres dentro de individuos de una población.

Michener y Sokal (1957), (citado por Hernández, 1986), realizan una comparación entre el método tradicional de clasificación de organismos y un método estadístico, encontrando concordancia entre los dos métodos.

Más tarde Goodman (1972), mediante un análisis de componentes principales, clasifica las Razas Mexicanas de Maíz descritas por Wellhausen et al en 1952, en base a la media de 15 caracteres.

La taxonomía numérica es definida por Snéalth y Sokal, donde mencionan que es el agrupamiento por métodos numéricos de unidades taxonómicas (taxa) en grupos taxómicos en base al estado de sus caracteres. Esta clasificación comprende dos fases: el análisis de similitud o disimilitud entre las unidades taxonómicas operacionales (UTOS) y análisis de agrupamiento.

describen las técnicas de taxonomía numérica y discuten la eficiencia de las medidas de disimilitud y métodos de agrupamiento. También mencionan que el análisis de similitud entre unidades taxonómicas, se puede utilizar en estudios que esten formados por individuos ejemplares de un género o promedios que representan a una especie. Caballero (1986).

Solis en 1974, realizó una revisión de los métodos de disimilitud y agrupación más comúnmente utilizados en clasificación numérica, e integró un programa de cómputo denominado TAXON; el cual está diseñado bajo un sistema de subrutinas que son modificables. El programa TAXON está incorporado a la computadora del Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados-SARH. Sánchez y Ordáz (1984).

Ron (1977), clasificó a las 30 razas de maíz de México, descritas por Wellhausen et al en 1952 y Hernández y Alanis en 1970, por técnicas numéricas, usando como información el efecto de rayos gamma de  $^{60}\text{Co}$  en caracteres vegetativos y reproductivos de planta y concluyó que el agrupamiento de las razas por su similitud con el efecto de las radiaciones, puede ser un criterio para juzgar las relaciones de parentesco entre estas.

Un año más tarde Cervantes et al (1978), también clasifica las razas mexicanas de maíz por medio de efectos genéticos y su interacción con el medio ambiente y mediante taxonomía



numérica, utilizando como medida de disimilitud a la distancia euclidiana ( $md$ ) y el complemento del coeficiente de correlación ( $rc$ ), deducen que mediante el complemento del coeficiente de correlación ( $rc$ ) se forman grupos más definidos.

En un estudio de interrelaciones en poblaciones de teocintle, se clasifican 64 poblaciones en base a la expresión de sus caracteres vegetativos y reproductivos, mediante el promedio de distancia euclidiana ( $md$ ) y el complemento de coeficiente de correlación, Orozco en (1979) deduce que es difícil determinar cual es el método más apropiado para este tipo de estudios.

Solorzano (1982), en su estudio de clasificación de hábitos de creciminetos en Phaseolus vulgaris L. en relación a caracteres asociados al hábito de crecimiento, indica que tanto por el método de distancia euclidiana ( $md$ ), como por el método de coeficiente de correlación ( $rc$ ), se agrupan los mismos genotipos, concluyendo que ambos métodos tienen estrecha relación.

Hernández (1986), estudió caracteres químicos del grano de las razas mexicanas de maíz y utilizando taxonomía numérica para su clasificación, mediante el complemento de coeficiente de correlación ( $rc$ ), le permitió trazar 3 rutas posibles de dispersión, así como 3 centros de divergencia genética del maíz en México.

Al igual Caballero (1986), realiza un estudio genético y

taxonómico de poblaciones de la raza de maíz tuxpeño, y en base al complemento del coeficiente de correlación ( $r_c$ ), obtuvo una agrupación de 3 grupos bien definidos, reportando una clasificación similar en los diferentes ambientes establecidos.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Material genético utilizado

El número de colectas utilizadas en el estudio realizado fue de 105 poblaciones de teocintle; donde 103 fueron proporcionadas por el Banco de Germoplasma de Maíz del INIFAP y de las 2 restantes una fue proporcionada por el Dr. T.A. Kato y la otra por el Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, de colectas realizadas en los Estados de Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, México y Morelos.

Del material proporcionado por el INIFAP; 73 son colectas; realizadas por J. Sánchez G. y L. Ordáz S., 17 por J. Sánchez G. y 13 por el Dr. R. Cervantes S.; representando un total de 97 poblaciones que cubren un 70% de las conocidas en México.

El total de las colectas con datos completos fueron 55, en donde se describe su localización geográfica y algunas características de colecta (ver CUADRO 5 y FIGURA 6).

#### 3.2. Descripción del experimento

La cantidad de semilla proporcionada fue insuficiente para establecer el experimento bajo un diseño estadístico, se

CUADRO 5. Localización geográfica de las poblaciones de teocintle en el estudio

Colector	Localidad	Municipio	Estado	Altitud	Latitud	Longitud	Raza	Situación de colecta
1. JSG y LOS-83	Nobogame	Guadalupe y Calvo	Chih.	1850	26 14	106 58	*Nabogame	2,3
2. K-1-78	Nabogame	Guadalupe y Calvo	Chih.	1850	26 14	106 58	Nabogame	
3. JSG y LOS-1	Km 3 Chinconcuac-lechería	Atenco	Méx.	2250	19 34	98 55	Chalco	2
4. JSG y LOS-91	Chalco	Chalco	Méx.	2220	19 15	98 55	*Chalco	2
5. JSG y LOS-92	Crucero Chalco-Miraflores	Chalco	Méx.	2200	19 15	98 15	*Chalco	2
6. JSG y LOS-93	Km 52 México-Amecameca	Tlamanalco	Méx.	2490	19 10	98 47	*Chalco	2
7. JSG y LOS-94	2 km N Amecameca	Amecameca	Méx.	2390	19 08	98 46	*Chalco	2,3
8. JSG y LOS-95	San Pedro Nexapa	Amecameca	Méx.	2505	19 05	98 45	*Chalco	2
9. JSG y LOS-96	Soyatzingo	Amecameca	Méx.	2405	19 05	98 47	*Chalco	2
10. JSG y LOS-97	OZumba de Alzate	Ozumba	Méx.	2340	19 03	98 49	*Chalco	2
11. JSG y LOS-99	Juchitepec	Juchitepec	Méx.	2490	19 06	99 53	*Chalco	1
12. JSG y LOS-101	Tenango del aire	Tenango	Méx.	2400	19 09	98 52	*Chalco	2
13. JSG y LOS-102	Sn. Francisco Acuautila	Ixtapaluca	Méx.	2300	19 21	98 53	*Chalco	1,2
14. JSG y LOS-103	Chalco	Chalco	Méx.	2270	19 16	98 54	*Chalco	2
15. JSG y LOS-105	Temamatla	Temamatla	Méx.	2400	19 11	98 53	*Chalco	2
16. JSG y LOS-135	Boyeros	Texcoco	Méx.	2200	19 30	98 55	*Chalco	2
17. C-1-78	Km 6 Chalco-Amecameca	Chalco	Méx.	2200	19 15	98 51	Chalco	
18. C-2-78	Tlamanalco	Tlamanalco	Méx.	2400	19 12	98 48	Chalco	
19. JSG y LOS-128	2 km W Cd. Hidalgo	Cd. Hidalgo	Mich.	2040	19 42	100 34	*Mesa Cental	2

Claves e identificación del colector

K = T.A. Kato Y.  
 C = T. Cervantes S.  
 JSG = J. Sánchez G.  
 LOS = L. Ordáz S.

(\*) Presencia de híbridos naturales maíz-teocintle

Claves: (1) alejado al maíz  
 (2) entre el maíz  
 (3) márgenes de campo de maíz

continuación

Colector	Localidad	Municipio	Estado	Altitud	Latitud	Longitud	Rasa	Situación de Colecta
20. JSG-194	Opopeo	Villa Escalante	Mich.	2320	19 24	101 36	* Mesa Central	2
21. JSG- y LOS-55	Manuel Doblado	M. Doblado	Gto.	1750	20 45	101 50	* Mesa Central	3
22. C-19-78	Uriangato	Uriangato	Gto.	1790	20 10	101 05	Mesa Central	
23. C-18-78	Copándaro	Copándaro	Mich.	1810	19 53	101 13	Mesa Central	
24. JSG y LOS-47	Jalapa	Churintzio	Mich.	1840	20 10	102 03	* Mesa Central	2
25. JSG y LOS-48	Cerro de Churintzio	Chirintzio	Mich.	1800	20 09	102 05	* Mesa Central	1
26. JSG y LOS-49	Km 6 Purvándiro-Villachuato	Purvándiro	Mich.	1840	20 05	101 33	* Mesa Central	2
27. JSG y LOS-50	Km 2 Purvándiro-Las Tortugas	Purvándiro	Mich.	1880	20 07	101 27	* Mesa Central	2
28. JSG y LOS-51	Hda. La Estancia	Huandacareo	Mich.	1830	19 59	101 17	Mesa Central	2,3
29. JSG y LOS-52	0.5km S. Hda. la Estancia	Huandacareo	Mich.	1810	19 59	101 17	Mesa Central	1
30. JSG y LOS-53	Chucándiro	Chucándiro	Mich.	1800	19 54	101 20	* Mesa Central	2
31. JSG y LOS-54	2 cm S. Cuamio	Cuítzeo	Mich.	1810	20 01	101 08	* Mesa Central	2
32. JSG y LOS-132	Morelia	Morelia	Mich.	1920	19 44	101 11	* Mesa Central	2
33. JSG y LOS-133	2 km S. de Morelia	Morelia	Mich.	1920	19 44	101 11	Mesa Central	2
34. JSG y LOS-134	El Salitre	Ixtlán	Mich.	1530	20 10	102 23	* Mesa Central	1
35. JSG y LOS-86	Puente Gavilán	Durango	Dgo.	1950	24 01	104 29	* Mesa Central	1
36. JSG y LOS-87	Puente Dalila-Hda.de Dolores	Durango	Dgo.	1950	24 01	104 32	* Mesa Central	1
37. JSG y LOS-88	Francisco Villa (3 km E)	Durango	Dgo.	1900	24 11	104 24	* Mesa Central	3
38. JSG y LOS-111	Ixcateupan	Ixcateupan	Gro.	1920	18 30	99 48	* Balsas	2,3
39. JSG y LOS-112	Km 7 Ixcateupan-Pachivia	Ixcateupan	Gro.	1500	18 28	99 48	* Balsas	1,3
40. JSG y LOS-113	Km 55 Iguala-Teloloapan	Teloloapan	Gro.	1580	18 19	99 48	Balsas	1
41. JSG y LOS-114	Rincón del Sauce	Teloloapan	Gro.	1650	18 20	99 50	Balsas	2

Claves e identificación del colector

C = T. Cervantes S.  
 JSG = J. Sánchez G.  
 LOS = L. Ordáz S.

(\*) Presencia de híbridos naturales maíz-teocintle

Claves: (1) alejado al maíz  
 (2) entre el maíz  
 (3) márgenes de campo de maíz

continuación

Colector	Localidad	Municipio	Estado	Altitud	Latitud	Longitud	Raza	Situación de Colecta
42. JSG y LOS-117	Alcholoa	Teloloapan	Gro.	1550	18 24	99 54	Balsas	3
43. JSG y LOS-119	Rancho Nuevo	Ixcapuzalco	Gro.	1620	18 24	99 58	Balsas	1
44. JSG y LOS-2	San Jerónimo	Ayotlán	Jal.	1550	20 23.8	102 20.3	*Balsas	1,2,3
45. JSG y LOS-3	San Jerónimo	Ayotlán	Jal.	1550	20 23.8	102.20.3	Balsas	1
46. JSG y LOS-4	San Jerónimo	Ayotlán	Jal.	1550	20 24	102 20.3	Balsas	1,2,3
47. JSG y LOS-5	San Jerónimo	Ayotlán	Jal.	1650	20 24.5	102 20.3	Balsas	1
48. JSG y LOS-43	El Tablillo	Guachinango	Jal.	1090	20 48	104 33	*Balsas	1,2,3
49. JSG y LOS-159	Malinalco	Malinalco	Méx.	1850	18 57	99 30	Balsas	1
50. JSG y LOS-163	Las Juntas	Tejupilco	Méx.	1200	18 53	100 15	Balsas	1
51. JSG y LOS-171	Km2 Zacazonapan-Otzolupán	Zacazonapan	Méx.	1580	19 05	100 18	Balsas	2
52. JSG y LOS-172	Colorines	Valle de Bravo	Méx.	1620	19 10	100 12	Balsas	1
53. JSG y LOS-17	La Mesa	Venustiano Carranza	Jal.	2130	19 38	103 34	* <u>Z. perennis</u>	1
54. JSG y LOS-63	La tinaja	Venustiano Carranza	Jal.	2100	19 39	103 35	<u>Z. perennis</u>	1
55. UDG	Las Joyas	Cuautitlán	Jal.	1800	18 35	104 17	<u>Z. diploperennis</u>	1,3

Claves e identificación del colector

JSG = J. Sánchez G.

UDG = Universidad De Guadalajara

(\*) Presencia de híbridos naturales maíz-teocintle

Claves: (1) alejado al maíz

(2) entre el maíz

(3) márgenes de campo de maíz

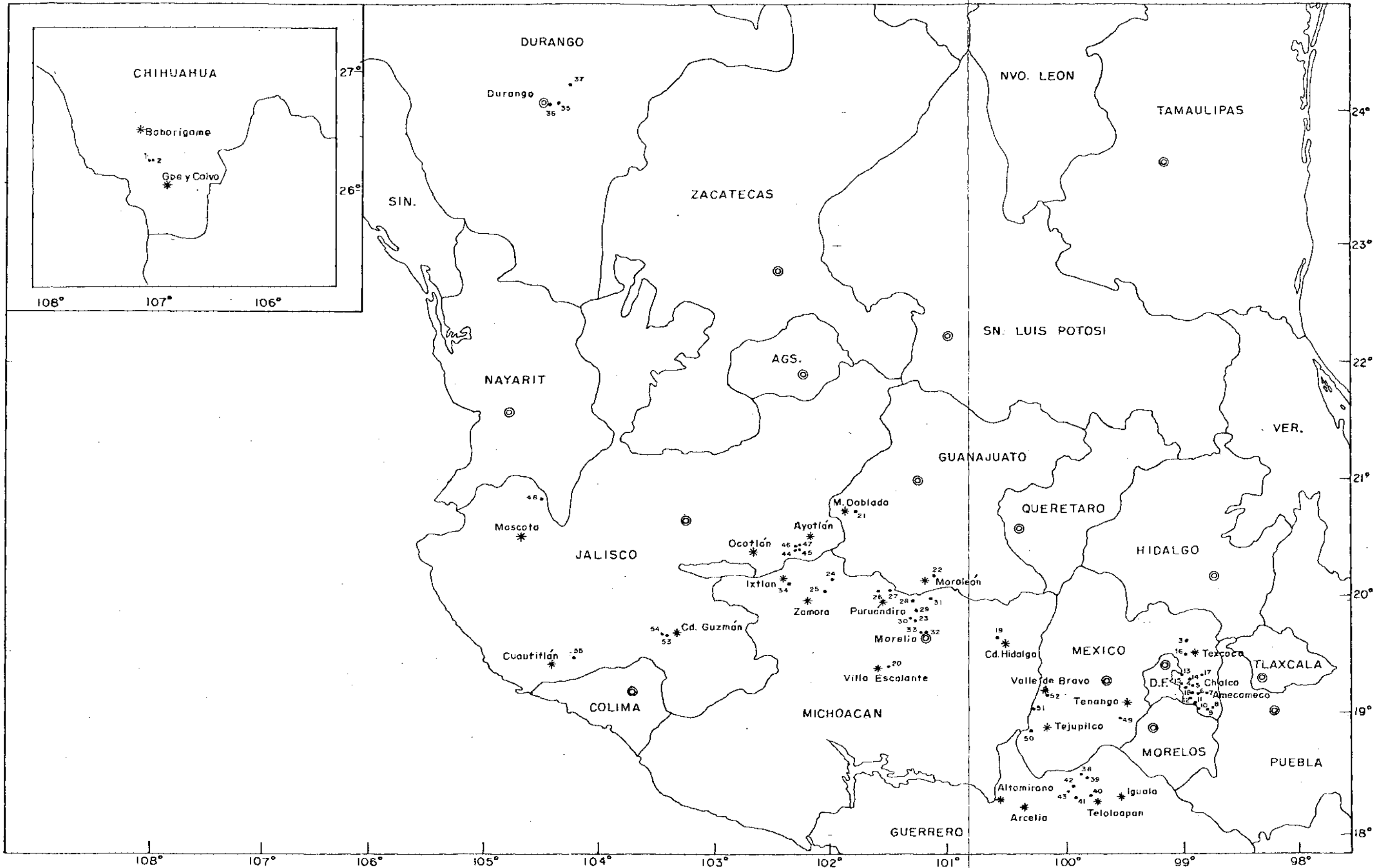


FIGURA 6. Localización de poblaciones examinados en este estudio

consideró una parcela experimental por material.

La parcela estuvo constituida por dos surcos de 10 m; con una distancia entre surcos de 0.85 m y entre plantas de 0.50 m; y 3 semillas por golpe.

La siembra se efectuó el 13 de Junio de 1986 a las primeras lluvias del temporal, con una aplicación de herbicida en pre-emergencia con Dual 500 a la dosis de 20 lts/ha y Gesagard a la dosis de 0.75 kg/ha, ambos en mezcla.

La primera escarda se efectuó a los 40 días de la siembra en forma manual con aclareo a una planta, a los 20 días después se realizó la segunda escarda con la primera fertilización y única, usando el tratamiento 130-46-00, como fuente de nitrógeno se utilizó urea y de fósforo el superfosfato triple, aplicando solo la mitad del tratamiento para que no se presentara alguna respuesta al fertilizante.

La germinación de la semilla fue regular en la mayoría de las parcelas, otras nacieron muy irregular y en algunas pocas hubo falla completa.

La parcela útil se consideró a la parcela completa, solamente se eliminó aquellas plantas con una influencia de maíz (híbridos) y muestreando aleatoriamente se tomaron 5 plantas para realizar la toma de datos, en parcelas irregulares, solo se pudieron tomar de 2 a 3 plantas.



### 3.3. Area de estudio

El estudio se efectuó en el Campo Agrícola Experimental los Altos de Jalisco (INIFAP-SARH), ubicado en el km 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, municipio de Tepatitlán. \*De acuerdo a estudios Agroecológicos, se definen 3 estratos para la región de los Altos de Jalisco, quedando el lugar de estudio en el estrato A, con temporal favorable, con una  $p \geq 750$  mm, a 1982 msnm y con una temperatura  $\bar{x}$  anual entre 18 y 20°C; ubicándose en la clasificación climática de García como (A)C(W1)(w).

El tipo de suelo es clasificado como Luvisol (Ferrico) y su localización geográfica es:

Longitud	102° 42'	41.4" W
Latitud	20° 51'	49.1" N

### 3.4. Caracteres considerados

Los caracteres considerados en el presente estudio, se dividen en: a) caracteres fenológicos; b) caracteres vegetativos de planta; c) caracteres de mazorca y grano y d) caracteres de panícula.

Los datos b), c) y d), se seleccionaron diez plantas, de las cuales solo se tomaron cinco, desechando aquellas que presentaron daño mecánico, o estuvieron enfermas, siendo que a

\* Información obtenida del Campo Experimental Altos de Jalisco (SARH).

los 83 días del ciclo se presentó una granizada que afectó aproximadamente el 38% de la población total en desarrollo, quedando solamente 55 materiales en estudio. A la vez afectó a la medición de algunas variables como son; ancho y largo de la hoja, producción de materia verde y materia seca en grano lechoso y días a grano lechoso, siendo estas 2 últimas variables eliminadas, porque el número de plantas ya era limitante, siendo necesarias para otras mediciones.

Para los datos de panícula, se obtuvieron éstas del tallo principal, cortándose en el último nudo una vez completada la floración.

La mayor parte de los caracteres considerados en el estudio, son de fácil medición, siendo muy específicos para distinguir aquellas poblaciones por más cercanas que sean. Los caracteres medibles en el estudio están basados en los estudios de Wilkes (1967), Orozco (1979). Doebley (1980) y otros.

#### 3.4.1. Caracteres fenológicos

Días a emergencia ( $C_1$ )

Número de días entre la siembra y la aparición del 80% de las plántulas.

Días a 5a. hoja ( $C_2$ )

Número de días desde la siembra hasta que la 5a. hoja se ha desarrollado por completo y se encuentra expandida.

Días a la 10a hoja ( $C_3$ )

Número de días desde la siembra hasta que la 10a hoja se ha desarrollado por completo y se encuentre expandida.

Días a floración masculina al 10% ( $C_4$ )

Número de días transcurridos desde la siembra a la antesis del 10% de las plantas.

Días a floración masculina ( $C_5$ )

Número de días desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas se encuentra en antesis.

Días a floración masculina al 90% ( $C_6$ )

Número de días transcurridos desde la siembra a la antesis del 90% de las plantas.

Días a floración femenina ( $C_7$ )

Número de días desde la siembra a la aparición de estigmas en el antepenúltimo jilote del tallo principal (tercero de arriba hacia abajo), en un 50% de las plantas.

Días a madurez fisiológica ( $C_8$ )

Número de días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas tengan completamente secas las hojas que cubren la mazorca y un 90% de las hojas de la planta esten secas.

### Peso seco total de planta ( $C_9$ )

Es el peso en gramos, de la planta a partir del corte del suelo en madurez fisiológica.

### 3.4.2. Caracteres vegetativos de planta

#### Número de hojas ( $C_{10}$ )

Para obtener el conteo total de hojas, se marcó la 5a. hoja 30 días después de la siembra usando laca spray color rojo o blanco; 20 días después se marcó la décima hoja y una vez completada la floración se hizo el conteo final.

#### Altura de planta ( $C_{11}$ )

Este caracter se midió en centímetros a partir del nivel del suelo a la punta de la panícula, (distancia A-B, FIGURA 7).

#### Altura a la primera mazorca ( $C_{12}$ )

Medida en centímetros desde el nivel del suelo hasta el nudo de la mazorca inferior del tallo principal. (distancia C-B, FIGURA 7).

#### Altura a la mazorca superior ( $C_{13}$ )

Medida en centímetros desde el nivel del suelo hasta el nudo de la mazorca superior del tallo principal. (distancia B-D, FIGURA 7).

Número de ramas laterales ( $C_{14}$ )

Este caracter comprende el conteo de tallos (ramas) que emergen de los nudos visibles del tallo principal.

Número de hijos ( $C_{15}$ )

Conteo del número de tallos que emergen de los nudos del tallo principal que se encuentran en contacto o enterrados en el suelo.

Número de nudos con mazorca en el tallo principal ( $C_{16}$ )

Número de nudos con mazorca en las ramas laterales ( $C_{17}$ )

Número de nudos con mazorca en los hijos ( $C_{18}$ )

Longitud antepenúltima rama lateral ( $C_{19}$ )

Medida en centímetros del punto de unión en el tallo principal a la punta de la espiguilla terminal. (distancia E-F, FIGURA 7).

Número de nudos en la antepenúltima rama lateral ( $C_{20}$ )

Número de mazorcas en el penúltimo nudo del tallo principal ( $C_{21}$ )

Número de mazorcas en el antepenúltimo nudo del tallo principal ( $C_{22}$ )

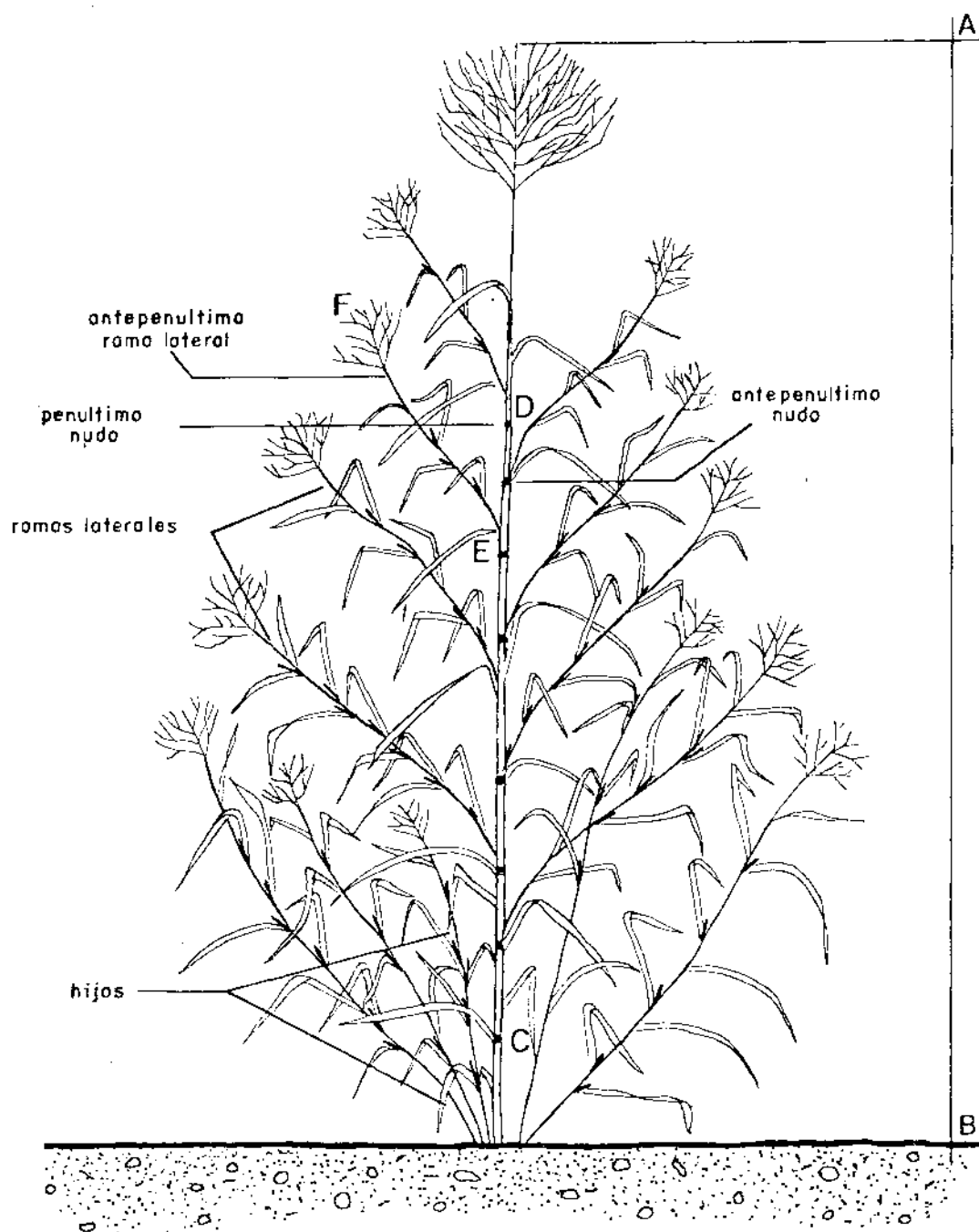


FIGURA 7. Esquema de una planta de teocintle, indicando partes principales de su morfología.

### 3.4.3. Caracteres de mazorca y grano

#### Longitud de mazorca (C<sub>23</sub>)

Para cuantificar este caracter se tomó el nudo de la mazorca superior en el tallo principal y se midió en centímetros.

#### Número de granos por mazorca (segmentos de raquis) (C<sub>24</sub>)

Conteo del número de granos en la misma mazorca de la medición de longitud de mazorca.

#### Peso de 100 granos (segmentos de raquis) (C<sub>25</sub>)

Peso en gramos de una muestra compuesta de las 5 plantas seleccionadas.

#### Volúmen de 100 granos (segmentos de raquis) (C<sub>26</sub>)

Usando la misma muestra del peso de 100 granos y una probeta graduada en mililitros se determinó el volúmen en base al agua desplazada.

#### Espesor de grano (segmento de raquis) (C<sub>27</sub>)

De la mazorca seleccionada para medir longitud y número de granos, se eligió un grano de la parte central y se midió su espesor en milímetros.

#### Espesor de la semilla (C<sub>28</sub>)

Usando el grano de la medición anterior; hacer un corte transversal, registrando el espesor en milímetros sin considerar

la cubierta del grano.

#### 3.4.4. Caracteres de panícula

##### Número de ramas ( $C_{29}$ )

Número total de ramas de la panícula excluyendo la rama principal.

##### Longitud de la panícula ( $C_{30}$ )

Distancia medida en centímetros del nudo superior del tallo principal a la punta de la espiguilla superior de la rama principal. (distancia P-A, FIGURA 8).

##### Longitud de la parte ramificada ( $C_{31}$ )

Distancia en centímetros entre la primera y la última rama sobre el eje central. (distancia E-D FIGURA 8).

##### Longitud de la rama principal ( $C_{32}$ )

Distancia en centímetros del punto de la espiguilla superior de la rama principal al punto de unión de la rama superior de la panícula. (distancia A-D FIGURA 8).

##### Longitud de entrenudos de la rama principal ( $C_{33}$ )

Distancia en centímetros entre 10 pares de espigui-llas en la porción media de la rama principal. Esta



longitud dividida por 10 es una medida de condensación. (distancia B-C, FIGURA 8).

Longitud de entrenudos de la rama lateral (C<sub>34</sub>)

Distancia entre 10 pares de espiguillas en centímetros en la porción media de una rama primaria de la parte inferior de la panícula. (distancia M-L, FIGURA 8).

#### 3.4.5. Caracteres de espiguilla

Ancho de espiguilla (C<sub>35</sub>)

Anchura máxima de la espiguilla en milímetros. (distancia A-B, FIGURA 9). Los caracteres de espiguilla pueden medirse fácilmente usando un microscopio de disección (15X).

Ancho de la gluma (C<sub>36</sub>)

Anchura máxima de gluma en milímetros. (distancia a-e, Figura 10). La gluma deberá ser removida de la espiguilla aplanada y montada en un portaobjetos.

Longitud de la gluma (C<sub>37</sub>)

Longitud en milímetros de la punta a la base de la espiguilla. (distancia C-D, FIGURA 9).

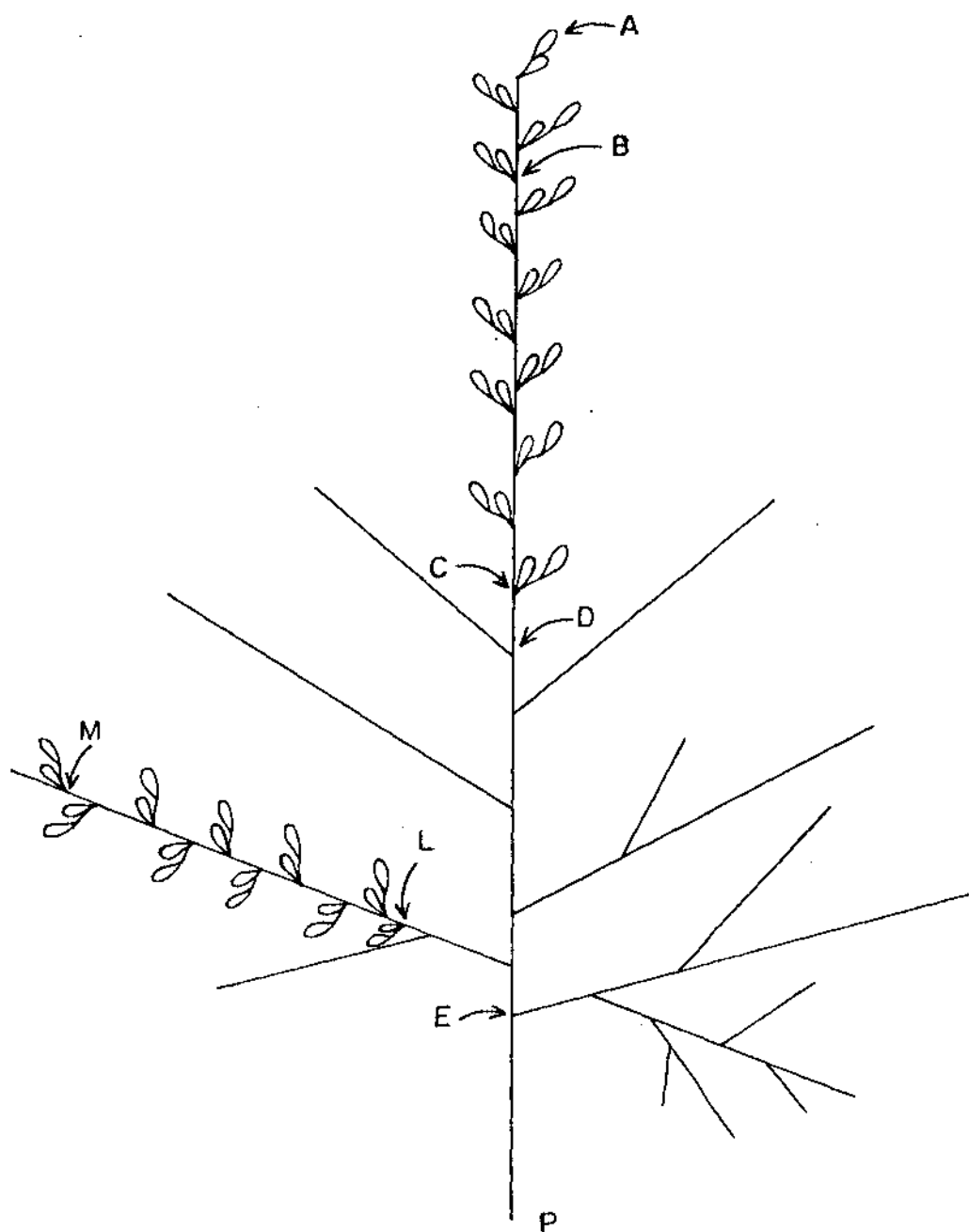


FIGURA 8. Diagrama de una inflorescencia masculina de maíz.

### Longitud del pedicelo (C<sub>38</sub>)

Longitud medida en milímetros del raquis a la base de la espiguilla. (distancia D-E, FIGURA 9).

### Número total de venas (C<sub>39</sub>)

Número total de venas incluyendo la vena principal, venas de los costados, venas laterales principales y venas marginales (el número total de venas se representan en la FIGURA 10). Para distinguir las venas del tejido de la gluma, se tiñe con un colorante preparado con fuccina y alcohol.

## 3.5. Análisis de información

Los datos fueron analizados en el Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados de Chapingo, bajo el sistema FORTRAN IV para taxonomía numérica, y el análisis de regresión y correlación se realizó en el Departamento Físico-Matemáticas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara.

### 3.5.1. Clasificación por taxonomía numérica

La metodología para la clasificación numérica requiere que exista información para todos los caracteres de las Unidades Taxonómicas Operativas (UTOS), colectas para este caso.

De tal manera en el presente estudio de la información

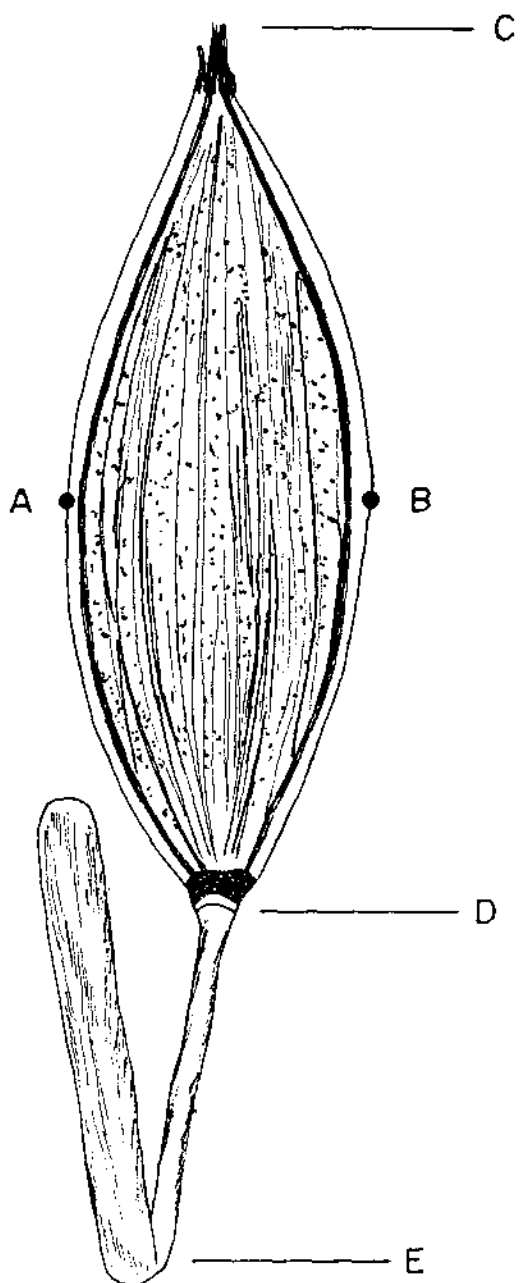


FIGURA 9. Esquema de una espiguilla masculino pedicelada.

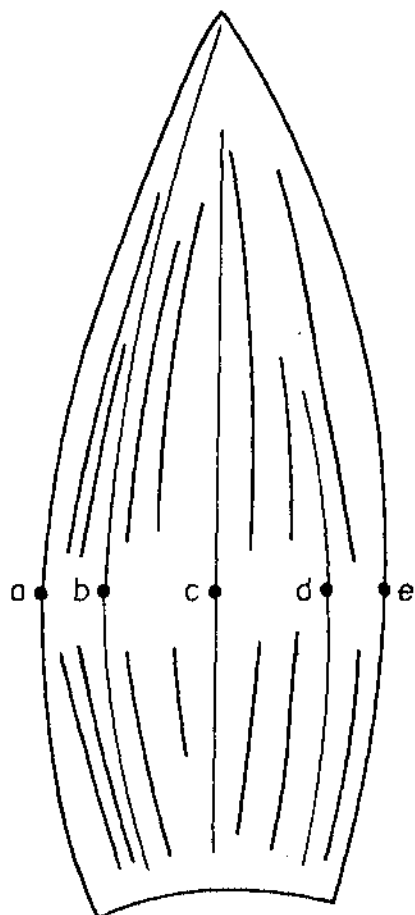


FIGURA 10. Diagrama de una gluma externo aplanado

a y e son los bordes de la gluma.

b y d son las venas laterales

c es la vena central.

Area a-b = margen izquierdo.

Area b-c = costado izquierdo.

obtenida se hizo un análisis preliminar para conocer las colectas con información completa, obteniendo así 55 UTOS, con excepción de una colecta que siendo importante para el estudio es representada sin caracteres de panícula cuya agrupación en el dendograma es señalada tomando valores nulo (cero).

La información completa tuvo un arreglo matricial donde la información de las hileras corresponde a las colectas (UTOS) y la de las columnas a los caracteres.

El arreglo matricial es  $X_{ij}$ , en donde:  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  ( $n=55$ ) y  $j = 1, 2, 3, \dots, c$  ( $c=39$ ).

La clasificación numérica utilizada en el estudio se realizó, solamente mediante el complemento del coeficiente de correlación ( $rc$ ). Este valor se calcula como  $rc = 1-r$ , siendo  $r$  el coeficiente de correlación. El coeficiente ( $r$ ) es una medida angular entre pares de vectores al origen, definidos por los puntos en el espacio  $n$  dimensional y su expresión de cálculo es:

$$r_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i) (X_{kj} - \bar{X}_k)}{\left[ \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 \sum_{j=1}^n (X_{kj} - \bar{X}_k)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Donde:

$X_{ij}$  y  $X_{kj}$  son los valores promedios del caracter  $j$  de las colectas  $i$  y  $k$ .

$\bar{X}_j$  y  $\bar{X}_k$  son los promedios sobre los  $n$  caracteres de las colectas  $i$  y  $k$  respectivamente

$r_{ik} = 1 - r_{ik}$  es la medida entre la colecta  $i$  y la colecta  $k$ , con  $i < k$ .

### 3.5.2. Métodos de agrupación

El método de agrupación que se ha dedicado a usar para el presente estudio es el método promedio de grupo, ya que de acuerdo a Solis en 1974 (mencionado por Sánchez, 1984) es el que reúne el mayor número de propiedades deseables en comparación con otros métodos disponibles y además ha sido usado ampliamente en los estudios sobre razas de maíz realizados en México.

### 3.5.3. Análisis de correlación y regresión entre caracteres

Para este análisis se consideraron 34 variables y la altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ), eliminando cinco caracteres fenológicos por tener una secuencia lógica con los demás caracteres correspondientes. Con el propósito de estimar la asociación entre pares de caracteres, se calcularon los coeficientes de correlación múltiple ( $r$ ) a partir de la matriz  $X_{ij}$  y en base a

estos coeficientes se consideró los valores de la alta significancia para continuar con el cálculo del coeficiente de regresión múltiple (R) y estimar el modelo adecuado para caracteres estrechamente relacionados.



## IV. RESULTADOS

El análisis de la información obtenida en el presente estudio consistió en la clasificación de las poblaciones de teocintle por técnicas de taxonomía numérica, mediante el complemento del coeficiente de correlación ( $r_c$ ), usando datos estandarizados con media de cero y varianza de uno para los caracteres medidos; cálculo de promedios y coeficiente de variación para cada agrupación; análisis de correlación y regresión.

### 4.1. Clasificación por taxonomía numérica

Los resultados de la clasificación de las poblaciones de teocintle se observan en forma de dendograma y zonificación. El dendograma de la FIGURA 11, muestra la agrupación de las colectas la cual se representó por diez subgrupos constituidos posteriormente en tres grupos, a una distancia de disimilitud de 0.80 y 0.94 respectivamente. Por otro lado la zonificación o delimitación de las FIGURAS 12 y 13 marca el área de distribución de las colectas en base a esta clasificación, con la finalidad de analizar la existencia de interrelaciones entre las poblaciones.

De acuerdo al dendograma el primer grupo se compone de treinta poblaciones que conforman los subgrupos 1,2,3,4 y 5; localizados en la Altiplanicie Central de Michoacán;

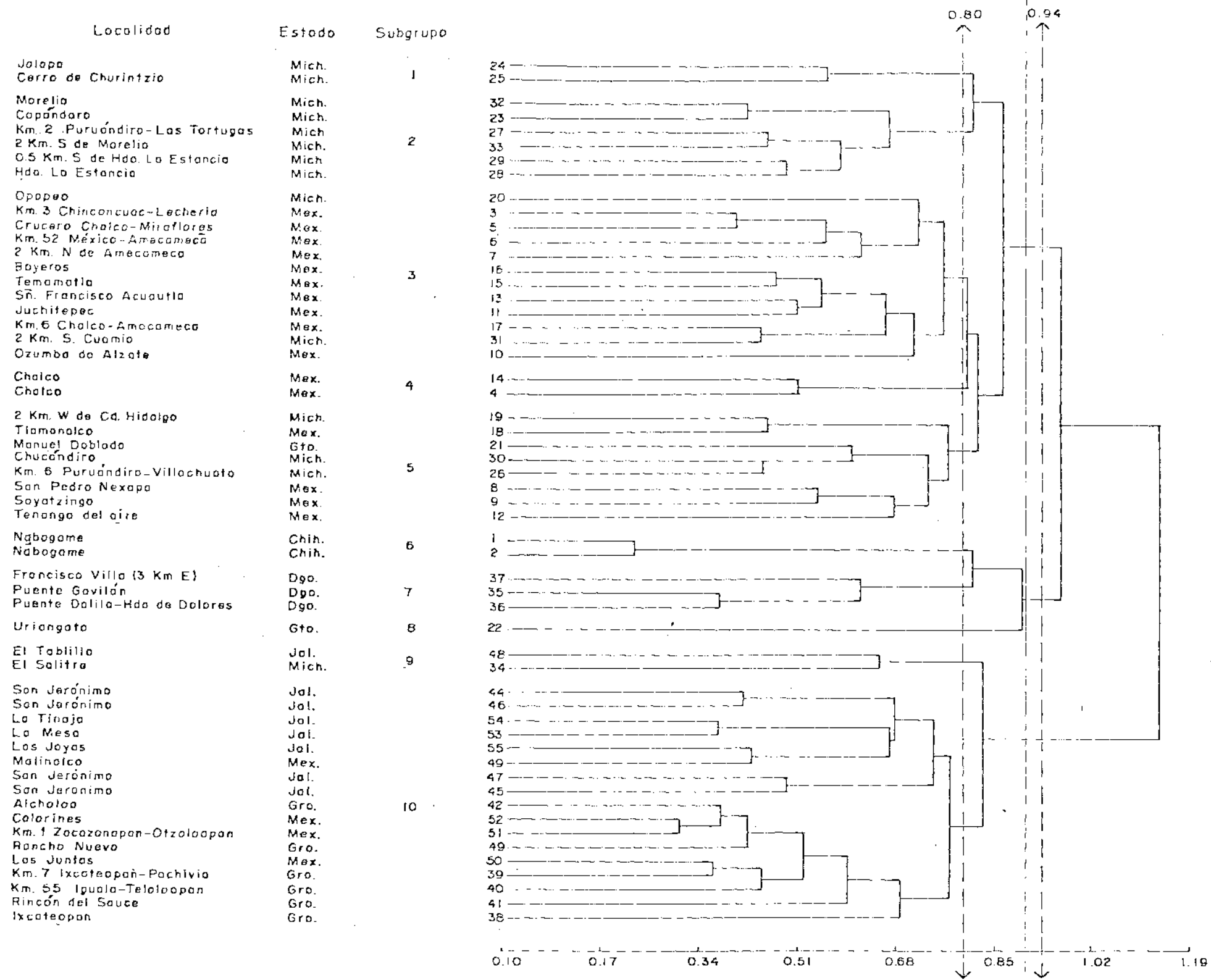


FIGURA 11. Dendrograma de las 55 colectas de teocintle obtenido con el complemento del coeficiente de correlación (rc), para el total de caracteres medidos.

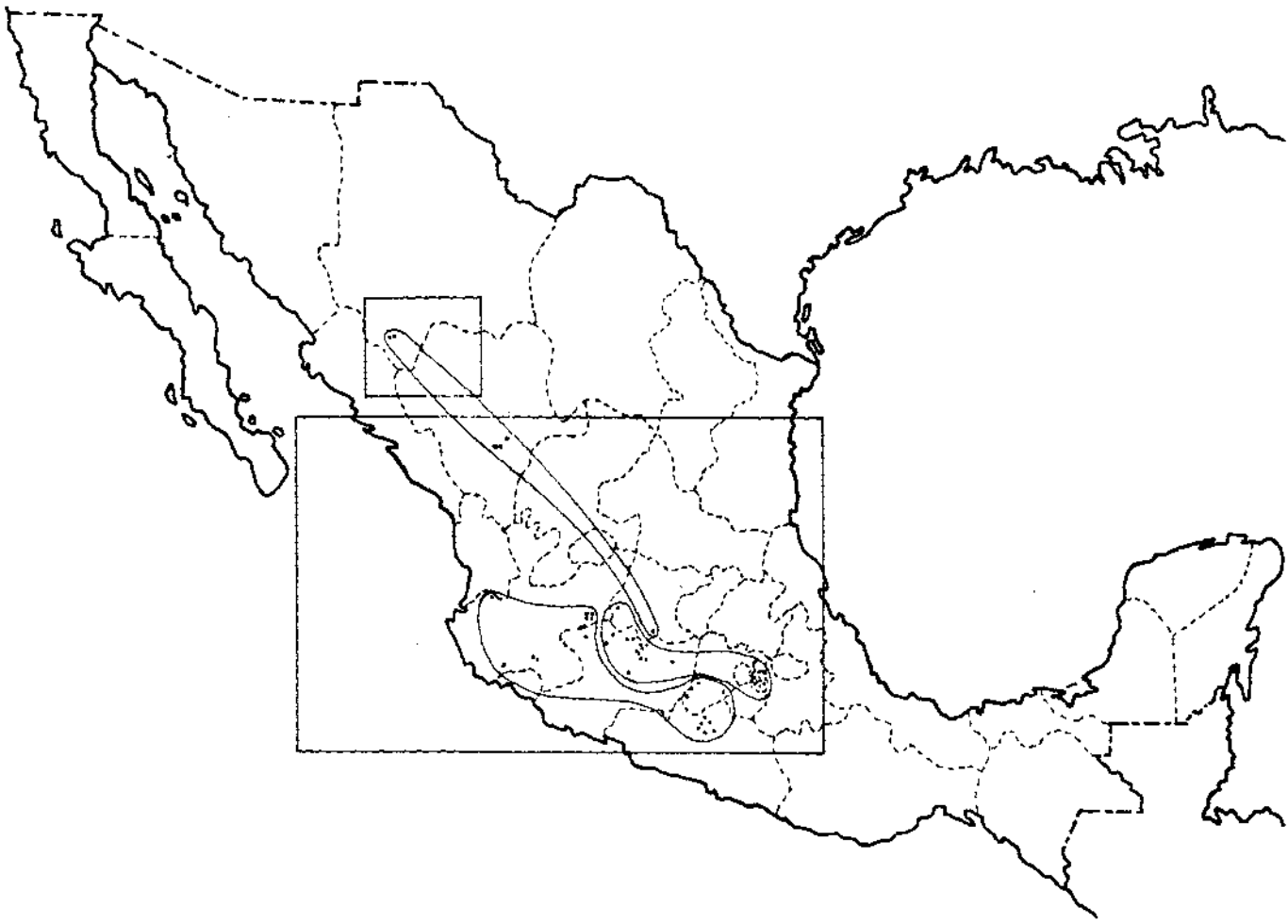


FIGURA 12. Mapa de México que indica las áreas geográficas en las que se colectaron los teocintlos examinados, mostrando la agrupación obtenida mediante el coeficiente de correlación (rc)

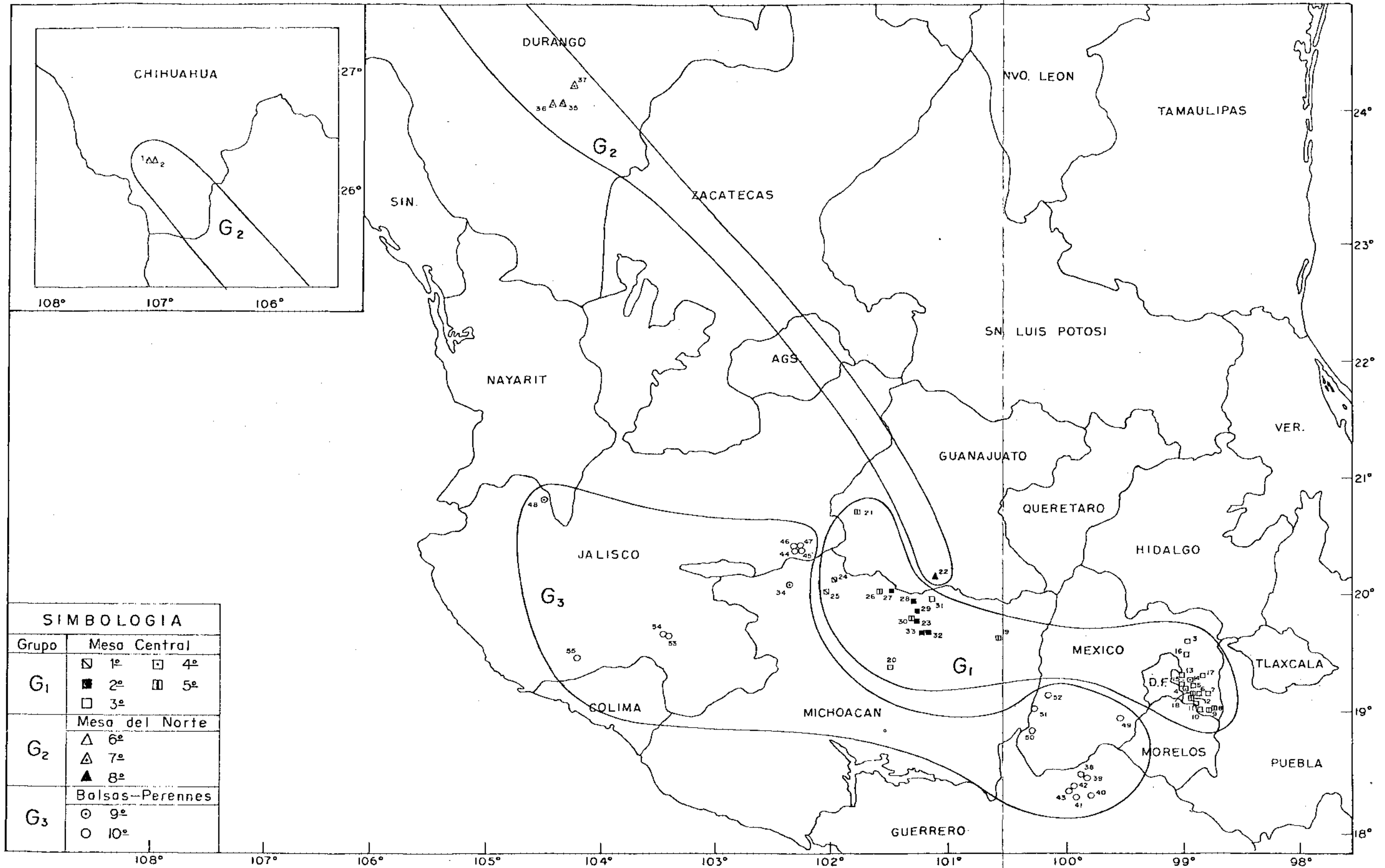


FIGURA 13. Agrupación de colectas obtenida mediante el dendrograma del complemento del coeficiente de correlación ( $r_c$ ).

parte del Bajío Guanajuato y Valle de México; denominado como Grupo Mesa Central ( $G_1$ ). El segundo grupo se forma de seis colectas que comprenden los subgrupos 6, 7 y 8; localizados en el Valle de Nabogame Chihuahua, Valle de Guadiana Durango y en el Bajío Guanajuato; denominado como grupo Mesa del Norte ( $G_2$ ), sin embargo esta última localidad pertenece a otra región y es considerada como una interrelación poblacional de interés. El tercer grupo abarca diecinueve colectas integradas en los subgrupos 9 y 10; localizados en la Cuenca del Balsas, Guerrero; Vertiente del Pacífico de Jalisco, México y Michoacán; denominado como grupo Balsas-Perennes ( $G_3$ ), este último término por encontrarse agrupado los teocintles perennes del Estado de Jalisco. Es importante mencionar que la denominación del nombre va de acuerdo principalmente a la localidad de procedencia de las colectas, es decir en base a su distribución geográfica o por la identificación propuesta por otros autores, como el caso del grupo  $G_3$ . De acuerdo a la clasificación se observó que las poblaciones del subgrupo 3, 5, 9 y 10 se traslapan con colectas de otras regiones, como el caso de Opopo y Cuamio en Michoacán; San Jerónimo en Jalisco; Malinalco y las Juntas en México; Alcholoa y Rancho Nuevo en Guerrero; y específicamente la de Uriangato en Guanajuato.



#### 4.2. Valores medios y coeficiente de variación para cada grupo, subgrupo y en forma general para cada caracter

La media y coeficiente de variación permitieron relizar una caracterización concreta de las poblaciones de teocintle del presente estudio, en base a sus caracteres de fenología, vegetativos de planta, mazorca, grano, panícula y espiguilla.

##### 4.2.1. Caracteres fenológicos

En relación a las primeras etapas del desarrollo fenológico, días a emergencia ( $C_1$ ), días a quinta hoja ( $C_2$ ) y días a décima hoja ( $C_3$ ), no se observaron diferencias entre las poblaciones de teocintle, sin embargo a partir de esta última característica mencionada ( $C_3$ ) las poblaciones del subgrupo 6 no desarrollaron el número de hojas mínimo considerada para esta etapa, pero en cambio para el inicio de floración masculina ( $C_4$ ), esta población registró el menor número de días, mientras para el subgrupo 10 mostraron el máximo de días con 57 y 107.2 a floración respectivamente. Así mismo en la floración masculina al 50% y femenina al 50% se detectó la presencia del fenómeno de protandria, el cual se hizo más notoria en las poblaciones del subgrupo 9, sin embargo realizando la comparación con la última etapa de floración masculina (90%) la coincidencia floral masculina se manifestó corta para el grupo  $G_1$  de 6 a 7 días, mientras para los grupos  $G_2$  y  $G_3$  es poco más prolongado.

En cuanto a los días a madurez fisiológica ( $C_8$ ), las

poblaciones del subgrupo 6 se caracterizó por su precocidad con 89 días; las poblaciones del grupo  $G_1$ , subgrupos 7, 8 y 9 muestran una madurez intermedia que fluctúa entre 117.5 a 124.7 días; y las poblaciones del subgrupo 10 se consideró como una madurez tardía con 138 días.

En el peso seco por planta ( $C_4$ ) las poblaciones del subgrupo 2 obtuvieron la mayor producción de forraje, mientras para las del subgrupo 6 fueron las más deficientes. En el Cuadro 6 se encuentran los valores promedios para estos caracteres.

Los coeficientes de variación para los caracteres de fenología, se indica en el CUADRO 7. El peso seco por planta ( $C_9$ ) representa la mayor variación de estos caracteres; entre subgrupos las poblaciones del grupo  $G_2$  son las de mayor estabilidad, sin embargo considerando la variabilidad entre grupos, éste mostró la mayor variación.

#### 4.2.2. Caracteres vegetativos de planta

De acuerdo a los valores medios registrados en el CUADRO 8 el grupo  $G_1$  Mesa Central, se caracterizó por obtener un promedio de 15.4 hojas; altura de planta de 131.6 a 191.5 cm en lo cual se consideró de intermedia a alta; número de ramas promedio de 6.59; la cantidad de hijos fluctuó entre 1 y 2.9; el número de nudos con mazorca en el tallo principal es de 5.14; el tamaño de la antepenúltima rama lateral fue de 59.8 a 88.9 cm,

CUADRO 6. Valores medios para caracteres fenológicos de cada grupo, subgrupo y en forma general de acuerdo a la clasificación presente en el dendograma.

Grupo	Subgrupo	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>
	1	10.5	23.0	52.5	89.0	91.0	95.0	99.0	121.5	156.4
	2	10.2	23.0	52.3	85.5	88.5	91.0	92.7	124.2	182.9
	3	9.8	24.3	53.8	82.0	84.7	87.3	88.3	118.8	120.5
	4	9.0	26.0	53.5	80.0	83.0	87.0	87.0	117.5	105.3
	5	10.3	24.1	53.6	80.9	84.4	87.1	89.6	119.1	132.7
G <sub>1</sub>		10.00	24.00	53.33	82.73	85.67	88.50	90.17	120.07	137.59
	6	9.5	23.0	-	57.0	63.5	69.0	72.0	89.0	29.4
	7	11.0	26.0	52.7	82.0	84.0	90.0	91.0	124.7	144.1
	8	11.0	26.0	54.0	88.0	93.0	97.0	97.0	122.0	102.2
G <sub>2</sub>		10.50	25.00	53.00	74.67	76.67	84.17	85.67	112.33	98.88
	9	10.0	25.0	52.5	88.5	93.5	97.5	118.5	123.0	101.5
	10	10.8	25.4	53.2	107.2	112.4	116.9	119.1	138.0	143.4
G <sub>3</sub>		10.74	25.37	53.16	105.26	103.15	114.58	119.0	139.79	138.79
	Media General	10.31	24.58	53.25	89.64	93.56	97.04	99.64	126.03	133.78



CUADRO 7. Coeficiente de variación (C.V.), encontrada intra-inter grupos, subgrupos y en forma global para caracteres fenológicos.

Grupo	Subgrupo	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>
	1	6.7	0.0	4.0	0.0	1.6	3.0	2.9	0.6	5.4
	2	4.0	0.0	2.0	2.9	2.0	2.1	2.9	2.5	18.7
	3	5.9	6.4	1.4	4.4	3.3	3.3	3.9	2.2	34.6
	4	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	1.6	1.6	1.8	26.7
	5	4.5	6.4	1.4	4.9	3.0	4.0	4.2	1.7	25.3
G <sub>1</sub>		5.37	5.99	1.93	4.79	3.72	3.99	4.73	2.70	30.94
	6	7.4	0.00	-	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	38.2
	7	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	16.2
	*8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	00.0
G <sub>2</sub>		7.97	6.20	2.67	18.59	15.58	14.32	12.65	16.21	59.04
	9	0.0	5.7	4.0	4.0	8.3	9.4	6.6	1.1	10.2
	10	5.9	5.0	3.3	10.8	9.6	8.3	6.4	13.5	42.4
G <sub>3</sub>		6.08	4.95	3.27	11.81	13.23	10.21	6.25	13.24	42.25
	Global	6.95	6.15	2.49	16.36	16.11	15.73	15.63	12.74	38.03

\* Subgrupo de un solo elemento.

lo cual se consideró de intermedia a grande con el número de nudos promedio de 3.6; la cantidad de mazorcas en el penúltimo y antepenúltimo nudo del tallo principal de 5.64 y 6.17 respectivamente.

El grupo  $G_2$  Mesa del Norte, se identificó por obtener un número variado de hojas de 6.2 a 17.6; altura de planta de 79.1 a 167.9 cm considerada de baja a intermedia; la cantidad de ramas osciló de 3.5 a 8.4; el número de hijos abarcó de 2.1 a 6.3; el total de nudos con mazorca en el tallo principal promedio fue 4.7; la longitud de la antepenúltima rama lateral de 58.0 a 94.1 cm, la cual se consideró de intermedia a grande con el número de nudos promedio de 3.62; la cantidad de mazorcas en el penúltimo, antepenúltimo nudo del tallo principal de 5.37 y 5.97 respectivamente.

En cuanto al grupo  $G_3$  Balsas-Perennes, la cantidad de hojas varió de 11.5 a 16.1; altura de planta de 126.9 a 154.5 cm a la cual se apreció de baja a intermedia; número de ramas promedio de 8.8; promedio de hijos de 5.5; total de nudos con mazorca en el tallo principal de 4.57; tamaño de la antepenúltima rama lateral 36.1 a 51.6 cm con 3.87 promedio en su número de nudos; la cantidad de mazorcas en el penúltimo, nudo del tallo principal de 3.15 y 3.08 respectivamente.

En relación a un contexto general entre las poblaciones de teocintle es de mencionar valores sobresalientes para estos

caracteres así por ejemplo: el subgrupo 1 manifiesta un promedio alto del número de hojas de 17.2 con una altura baja de planta en comparación a su grupo 131.6 cm, de esa manera junto al subgrupo 7 representa la cantidad máxima de nudos con mazorca por planta. Las poblaciones del subgrupo 7 y 10 se observaron con la mayor cantidad de ramas laterales y retoños basales (hijos) y finalmente esta última población obtuvo un tamaño de rama lateral de 36.1 cm a la cual se le consideró corta.

Los coeficientes de variación para estos caracteres se concentran en el CUADRO 9. De acuerdo a la variabilidad expuesta por estas poblaciones se apreció que los caracteres con mayor variación es el número: de ramas laterales, hijos, nudos con mazorca en las ramas laterales, nudos con mazorca en los hijos, número de mazorca en el penúltimo nudo del tallo principal y número de mazorcas en el antepenúltimo nudo del tallo principal, y caso contrario los caracteres con mayor estabilidad se observó en el número de hojas y altura de planta. La variabilidad entre sus grupos el 9 y 10 es más notoria y en grupos el G<sub>2</sub> Mesa Central y G<sub>3</sub> Balsas Perennes se observaron los coeficientes más altos.

#### 4.2.3. Caracteres de mazorca y grano

La descripción para el grupo G<sub>1</sub> Mesa Central se identificó por poseer una longitud de mazorca que abarcó de 4.5 a 5.5 cm; número de granos por mazorca de 7.2 a 9.0; peso específico

CUADRO 8. Valores medios para caracteres vegetativos de planta de cada grupo, subgrupo y en forma general de acuerdo a la clasificación presente en el dendograma.

Grupo	Subgrupo	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>19</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>
	1	17.2	131.6	47.6	91.8	7.4	2.9	5.5	40.0	7.1	59.8	3.09	7.1	6.4
	2	16.3	191.5	61.0	123.3	6.7	1.6	5.5	30.3	3.9	88.9	4.32	5.8	5.1
	3	15.2	190.3	53.2	130.0	6.3	1.0	5.2	19.4	2.4	72.7	3.19	6.2	6.2
	4	14.1	162.9	48.0	111.2	7.9	1.3	5.6	16.0	3.1	76.8	3.03	4.1	7.2
	5	15.1	181.4	47.0	121.5	6.4	1.5	4.6	19.9	2.95	83.2	3.92	4.7	6.7
G <sub>1</sub>		15.42	182.41	52.38	122.57	6.59	1.40	5.14	22.85	3.20	78.14	3.59	5.64	6.17
	6	6.2	79.1	5.9	40.1	3.5	3.6	3.8	7.1	9.1	58.0	3.5	5.9	5.2
	7	14.9	145.5	31.1	82.6	8.4	6.3	5.1	23.2	25.6	94.1	3.8	5.2	6.7
	8	17.6	167.9	61.4	116.8	8.0	2.1	5.6	27.4	7.4	62.4	3.4	4.8	5.2
G <sub>2</sub>		12.43	127.1	27.73	74.13	6.68	4.68	4.73	18.53	17.07	76.80	3.62	5.37	5.97
	9	16.1	126.9	43.2	85.7	6.9	4.5	3.5	29.3	9.4	51.6	4.8	3.7	4.0
	10	11.5	154.5	62.1	115.8	9.0	5.6	4.7	18.4	14.5	36.1	3.76	3.1	3.0
G <sub>3</sub>		12.02	151.62	60.08	112.59	8.76	5.47	4.57	19.59	13.94	37.73	3.87	3.15	3.08
Media General		13.92	165.74	52.35	113.73	7.35	3.16	4.90	21.25	8.42	64.04	3.69	4.75	5.08

CUADRO 9. Coeficiente de variación (C.V.), encontrado intra-inter grupos, subgrupos y en form global para caracteres vegetativos de planta.

Grupo	Subgrupo	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>19</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>
	1	7.8	6.5	20.8	10.2	13.4	4.9	12.9	18.4	21.9	4.5	0.0	10.0	26.5
	2	4.6	6.7	18.9	12.4	5.1	21.9	12.1	12.5	43.4	11.1	17.9	18.9	11.1
	3	9.3	7.9	18.6	11.5	20.3	63.2	8.0	37.3	119.7	16.6	18.3	28.9	18.8
	4	1.0	10.2	5.2	9.8	26.0	5.7	0.0	17.7	141.4	5.8	5.4	10.3	35.4
	5	7.2	7.2	15.5	11.7	4.4	36.3	20.6	23.8	79.6	13.3	11.1	34.8	26.5
G <sub>1</sub>		8.59	11.17	19.42	13.61	15.47	48.92	13.81	37.20	83.55	16.65	20.16	29.58	23.32
	6	4.6	7.2	19.2	18.0	2.0	31.4	7.4	13.9	10.9	26.3	4.0	21.6	21.8
	7	2.8	3.6	9.7	6.2	11.7	16.0	12.6	30.2	32.6	10.9	20.0	45.3	21.0
	*8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G <sub>2</sub>		39.84	30.25	74.60	40.27	38.71	42.55	18.27	54.20	63.03	27.69	14.38	30.84	22.16
	9	20.6	2.2	41.4	21.8	24.6	23.8	28.3	47.8	60.2	11.6	10.9	72.6	49.5
	10	21.5	14.9	33.5	19.0	25.8	35.6	36.8	55.6	106.2	42.9	18.0	48.6	37.7
G <sub>3</sub>		23.62	15.45	34.87	20.63	26.45	35.19	36.97	54.86	105.24	40.99	18.83	49.72	39.04
Global		21.15	18.43	34.69	21.98	27.33	75.65	23.84	44.61	130.32	37.76	19.18	41.84	38.92

\* subgrupo de un solo elemento.

de 0.94 g/cc; espesor de grano y semilla de 4.21 y 2.95 mm respectivamente, a lo cual se le considera de mayor dimensión.

En el grupo  $G_2$  Mesa del Norte, la mazorca varió de 4.0 a 5.5 cm; cantidad de granos por mazorca de 7.5 a 8.9; peso específico fluctuó de 0.54 a 0.92 g/cc; espesor de grano y semilla de 3.16 a 2.13 mm respectivamente, a la cual se le considera la menor dimensión. Observando los valores para el grupo  $G_3$  Balsas Perennes se distinguió una longitud de mazorca de 4.3; número de granos por mazorca de 7.9; peso específico fue de 0.86 - 1.17 g/cc; espesor de grano y semilla de 3.47 y 2.40 respectivamente, a lo cual se le consideró de una dimensión intermedia. Es de hacer notar la similitud que presentan las poblaciones del subgrupo 1 y 9, este último muestra el valor más pequeño de espesor de grano (2.95) con el cual se diferencia de la población primera (subgrupo 1), por otro lado el peso específico de las poblaciones del subgrupo 6 es bajo (0.54), señalando también que el tamaño de mazorca y número de granos es igual a la población del subgrupo 2. Los valores medios para estos caracteres se localizan en el CUADRO 10.

Para el CUADRO 11 se registran los coeficientes de variación estos caracteres, donde el peso y volumen de 100 granos (peso específico) mostraron la mayor variabilidad entre caracteres y de esa manera la variación entre grupos es representada por el grupo  $G_3$  (Balsas-Perennes), específicamente en la población del subgrupo 10.

CUADRO 10. Valores medios para caracteres de mazorca y grano de cada grupo, subgrupo y en forma general de acuerdo a la clasificación presente en el dendograma.

Grupo	Subgrupo	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>25</sub>	C <sub>26</sub>	C <sub>27</sub>	C <sub>28</sub>	
G <sub>1</sub>	1	4.5	7.6	4.1	3.5	3.58	2.78	
	2	5.5	9.0	8.1	8.3	4.39	3.32	
	3	5.0	8.0	8.5	9.3	4.20	2.84	
	4	5.1	7.2	8.7	9.5	4.10	3.15	
	5	5.1	8.1	8.7	9.3	4.26	2.84	
			5.10	8.15	8.19	8.71	4.21	2.95
	6	5.5	8.9	3.0	5.5	3.30	2.08	
	7	4.1	7.5	4.4	4.8	3.05	2.20	
	8	4.0	7.6	4.6	5.5	3.20	2.04	
			4.55	8.00	3.97	5.17	3.16	2.13
G <sub>2</sub>	9	4.5	7.6	4.1	3.5	2.95	2.53	
	10	4.3	7.9	3.8	4.4	3.53	2.39	
G <sub>3</sub>		4.33	7.91	3.84	4.26	3.47	2.40	
Media general		4.77	8.05	6.23	6.79	3.84	2.67	

CUÁDRO 11. Coeficiente de variación (C.V.) encontrado intra-inter grupo, subgrupo y en forma global para caracteres de mazroca y grano.

Grupo	Subgrupo	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>25</sub>	C <sub>26</sub>	C <sub>27</sub>	C <sub>28</sub>	
G <sub>1</sub>	1	6.3	11.2	1.7	20.2	4.9	1.3	
	2	11.1	6.5	8.1	26.2	12.0	9.4	
	3	9.1	16.3	20.1	18.1	17.7	16.9	
	4	4.2	11.8	17.9	22.3	8.6	2.2	
	5	10.1	15.1	22.1	19.2	20.7	11.4	
			9.90	14.20	22.71	25.66	16.27	14.02
	6	23.1	17.5	21.6	12.9	2.1	18.7	
	7	8.8	4.1	11.2	26.2	12.4	16.4	
G <sub>2</sub>	*8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		21.07	12.55	22.57	18.01	8.57	13.93	
	9	18.9	22.3	8.7	0.0	7.2	15.4	
G <sub>3</sub>	10	13.5	14.2	45.1	54.8	17.8	18.7	
		13.56	14.39	42.38	53.14	17.88	18.08	
Global		14.34	13.93	44.03	44.31	19.57	19.26	

\* Subgrupo de un solo elemento.



#### 4.2.4. Caracteres de panícula

Los valores para estos caracteres se reportan en el CUADRO 12. El grupo  $G_1$  Mesa Central se caracteriza por mostrar en el número de ramas una fluctuación de 15.8 a 28.0, a la cual se consideró de pocas a intermedias; con un espacio ramificado de 11.2 cm; tamaño de panícula de 38.9 a 49.4 cm a la cual se apreció de intermedia a larga, con una variación de 11.7 a 15.0 cm en la longitud de la rama principal; espaciamento de diez espiguillas de la rama principal es de 5.44 cm y la rama lateral de 5.22 cm. Por otra parte el grupo  $G_2$  Mesa del Norte la cantidad de ramas varía de 5.1 a 24.6 a la cual se considera de pocas a intermedia, con un espacio ramificado que abarca de 3.5 a 13.3 cm; longitud de panícula de 20.2 a 41.3 cm a la cual se apreció de corta a moderadamente larga, con el tamaño de la rama principal de 7.5 a 14.1 cm; espaciamento de diez espiguillas de la rama principal de 4.4 cm y la rama lateral de 5.1 cm. El grupo  $G_3$  Balsas-Perennes se identifica por tener de 33.8 a 41.3 en el número de ramas y se considera como alto (excepción en poblaciones perennes), con un espacio ramificado de 11.5 cm; tamaño de panícula es de 30.9 a 36.2 cm a la cual se considera intermedia, con longitud de la rama principal de 10.0 cm; espaciamento de diez espiguillas de la rama principal de 3.82 cm y de rama lateral de 4.33 cm. Se hace notar que las poblaciones del subgrupo 6 exhiben valores mínimos para todos los caracteres, por otro lado las

poblaciones del subgrupo 7 y 8 mostraron características similares al grupo  $G_1$  (Mesa Central).

En el CUADRO 13 se observa los coeficientes de variación para los caracteres respectivos. De acuerdo a la variabilidad entre caracteres los de mayor divergencia; entre subgrupos el 10 representa la mayor variación, y entre grupos el  $G_2$  (Mesa Central) es el más divergente.

#### 4.2.5. Caracteres de espiguilla

Los valores para estos caracteres se representan en el CUADRO 14. El grupo  $G_1$  Mesa Central se definió por mostrar en el ancho de espiguilla un promedio de 2.43 mm y gluma de 2.80 mm; la longitud de la gluma de 9.37 mm; tamaño del pedicelo de 4.19 mm; cantidad de venas en gluma de 10.4. Para el grupo  $G_2$  Mesa del Norte tiene valores similares al grupo anterior (excepción longitud de pedicelo), tal y como se aprecia en el ancho de espiguilla y gluma con 2.28 mm y 2.80 mm respectivamente; longitud de gluma de 9.12; tamaño de pedicelo de 5.29 mm a la cual se le consideró grande; número de venas de 9.8. El grupo  $G_3$  Balsas-Perennes encontramos el ancho de espiguilla de 2.03 y de gluma de 2.15; longitud de gluma de 6.86 mm, tamaño de pedicelo de 3.79 mm, total de venas en la gluma de 8.7.

Es de señalar que las poblaciones del subgrupo 6 exhibieron promedios en ancho de gluma (2.90 mm) y longitud de pedicelo (6.83 mm) que sobresalieron de las demás poblaciones de teocintle.

CUADRO 12. Valores medios para caracteres de panícula de cada grupo, subgrupo y en forma general de acuerdo a la clasificación presente en el dendograma.

Grupo	Subgrupo	C <sub>29</sub>	C <sub>30</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>34</sub>
	1	28.0	38.9	12.0	10.95	4.80	4.80
	2	24.2	49.4	12.3	15.0	5.17	5.71
	3	22.6	44.6	10.9	13.9	5.65	4.92
	4	15.8	39.9	9.3	11.7	5.68	5.25
	5	21.5	48.8	11.3	13.9	5.44	5.41
G <sub>1</sub>		22.54	45.92	11.24	13.77	5.44	5.22
	6	5.1	20.2	3.5	7.5	3.01	4.39
	7	15.2	41.3	7.9	14.1	5.47	5.49
	8	24.6	40.1	13.3	13.5	4.16	5.46
G <sub>2</sub>		13.4	34.05	7.33	11.77	4.43	5.12
	9	33.8	30.9	10.2	10.8	4.09	4.21
	10	41.3	36.2	11.7	9.9	3.79	4.35
G <sub>3</sub>		40.44	35.59	11.49	10.00	3.82	4.33
Media General		27.49	41.19	10.89	12.29	4.79	4.91

CUADRO 13. Coeficiente de variación (C.V.), encontrado intro-inter grupos, subgrupos y en forma global para caracteres de panícula

Grupo	Subgrupo	C <sub>29</sub>	C <sub>30</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>34</sub>
	1	28.3	5.8	25.9	4.5	17.7	0.6
	2	15.6	15.6	11.1	13.5	12.2	11.8
	3	29.2	8.6	17.5	14.2	9.8	11.6
	4	28.6	1.2	11.5	5.4	20.4	3.0
	5	19.7	6.5	14.8	19.8	19.0	13.5
G <sub>1</sub>		25.21	11.89	16.31	16.58	14.00	12.74
	6	2.8	1.1	20.2	0.9	0.5	0.3
	7	34.9	8.7	17.9	13.3	15.9	2.9
	*8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G <sub>2</sub>		60.55	32.35	51.22	30.20	30.10	11.22
	9	33.5	0.2	17.3	19.0	0.01	13.8
	10	37.8	16.3	30.6	23.5	16.2	12.6
G <sub>3</sub>		37.39	16.34	29.84	22.55	15.30	12.36
Global		50.22	20.02	26.86	24.02	22.55	17.52

\* Subgrupo de un solo elemento.

En lo que respecta a los coeficientes de variación encontramos que la longitud del pedicelo, representa la mayor variación dentro de estos caracteres y análogamente entre grupos lo calizamos al G<sub>3</sub> (Balsas-Perennes), específicamente la población del subgrupo 10. En general se observaron coeficientes relativamente bajos en relación a los demás caracteres tal como se indica en el CUADRO 15.

#### 4.3. Correlación entre caracteres

A partir de la correlación múltiple realizada entre caracteres y las correlaciones de los caracteres con la altitud de cada localidad (CUADRO 16) observamos valores altos con alta significancia. Considerando valores de correlación absoluta (positiva o negativa) mayor 0.6, tenemos que el número de días a floración masculina al 50% (C<sub>5</sub>) está correlacionada positivamente con número de días a floración femenina al 50% (C<sub>7</sub>), número de días a madurez fisiológica (C<sub>8</sub>), número de ramas en la panícula (C<sub>24</sub>) y en forma negativa con la longitud de la antepenúltima rama lateral (C<sub>14</sub>), número de mazorcas en el antepenúltimo nudo del tallo principal (C<sub>22</sub>), ancho de gluma (C<sub>36</sub>) y la longitud de gluma (C<sub>37</sub>). Análogamente el número de días a floración femenina (C<sub>7</sub>) se correlaciona de la misma manera que el número de días a floración masculina 50% (C<sub>5</sub>).

Existe asociación positiva en el número total de hojas (C<sub>10</sub>) con la longitud de entrenudos de la rama principal (C<sub>33</sub>).

CUADRO 14. Valores medios para caracteres de espiguilla de cada grupo, subgrupo y en forma general de acuerdo a la clasificación presente en el dendograma.

Grupo	Subgrupo	C <sub>35</sub>	C <sub>36</sub>	C <sub>37</sub>	C <sub>38</sub>	C <sub>39</sub>
G <sub>1</sub>	1	1.95	2.34	9.05	4.17	9.7
	2	2.54	2.84	10.30	4.71	11.3
	3	2.45	2.88	9.02	4.04	10.3
	4	2.34	2.77	8.72	4.23	9.5
	5	2.48	2.77	9.41	4.01	10.2
		2.43	2.80	9.37	4.19	10.38
	6	2.41	2.90	9.70	6.83	10.0
	7	2.26	2.71	9.13	4.67	9.5
	8	2.12	2.90	7.93	4.07	10.0
	G <sub>2</sub>		2.28	2.80	9.12	5.29
G <sub>3</sub>	9	1.85	2.21	7.40	3.85	9.0
	10	2.06	2.15	6.79	3.78	8.7
Media General		2.28	2.58	8.50	4.18	9.76

CUADRO 15. Coeficiente de variación (C.V.) intra-inter grupos, subgrupos y en forma global para caracteres de espiguilla.

Grupo	Subgrupo	C <sub>35</sub>	C <sub>36</sub>	C <sub>37</sub>	C <sub>38</sub>	C <sub>39</sub>	
G <sub>1</sub>	1	3.5	7.4	11.4	8.2	7.3	
	2	9.9	4.7	1.6	10.7	14.9	
	3	6.1	7.0	5.5	18.4	6.2	
	4	1.5	1.9	5.7	15.1	16.4	
	5	6.8	7.8	15.2	17.9	5.7	
			8.82	7.88	10.16	16.40	10.08
	6	1.8	1.5	2.7	26.5	7.1	
	7	5.3	6.3	8.4	22.8	8.8	
G <sub>2</sub>	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		5.91	5.41	8.96	30.41	6.81	
G <sub>3</sub>	9	3.7	10.2	1.2	16.1	15.7	
	10	11.6	13.5	19.0	13.9	15.2	
		11.50	12.94	17.87	13.66	14.83	
	Global	12.16	14.91	18.28	21.22	13.58	

Encontramos que la longitud de la antepenúltima rama lateral ( $C_{14}$ ) se asocia positivamente con el número de mazorcas en el antepenúltimo nudo del tallo principal ( $C_{22}$ ), peso de 100 granos ( $C_{25}$ ), en forma negativa con el número de ramas en la panícula ( $C_{29}$ ) y su longitud ( $C_{30}$ ), rama principal ( $C_{32}$ ), ancho de espiguilla ( $C_{35}$ ), ancho de gluma ( $C_{36}$ ) y longitud de la gluma ( $C_{37}$ ). Además el número de mazorcas en el penúltimo nudo del tallo principal ( $C_{21}$ ) se correlaciona en forma positiva con el número de mazorcas en el antepenúltimo nudo tallo principal ( $C_{22}$ ) al igual el número de mazorcas en el antepenúltimo nudo del tallo principal ( $C_{22}$ ) con la altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ) y la longitud de mazorca ( $C_{23}$ ) con el número de granos por mazorca ( $C_{24}$ ).

El caracter de peso de 100 granos ( $C_{25}$ ) se encuentra ampliamente correlacionado con el volumen de 100 granos ( $C_{26}$ ), espesor del grano ( $C_{27}$ ), longitud de panícula ( $C_{30}$ ), ancho de espiguilla ( $C_{35}$ ), ancho de gluma ( $C_{36}$ ), longitud de gluma ( $C_{37}$ ) y con la altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ), todas de manera positiva. De manera similar ( $C_{26}$ ) volumen de 100 granos presenta correlación parecida al peso de grano ( $C_{25}$ ) con el ancho de espiguilla ( $C_{35}$ ), ancho de gluma ( $C_{36}$ ) y altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ); y lógicamente existe una asociación positiva entre el espesor de grano ( $C_{27}$ ) con espesor de semilla ( $C_{28}$ ).

Respecto a los caracteres de panícula la correlación positiva está en el número de ramas en la panícula ( $C_{29}$ ) y la



CUADRO 16. Valores de correlacion entre caracteres

	C <sub>5</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>19</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>25</sub>	C <sub>26</sub>	C <sub>27</sub>	C <sub>28</sub>	C <sub>29</sub>	C <sub>30</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>34</sub>	C <sub>35</sub>	C <sub>36</sub>	C <sub>37</sub>	C <sub>38</sub>	C <sub>39</sub>	C <sub>40</sub>	
C <sub>5</sub>	1	.98**	.792**	.047	-.149	-.089	.556**	.235	.498**	.562**	.047	-.135	.254	-.714**	.089	-.581	-.672**	-.538**	-.101	-.486**	-.445**	-.268*	-.315*	.689**	-.231	.275*	-.396**	-.475**	.438**	-.477**	-.709**	-.830**	-.394**	-.398**	-.502**	
C <sub>7</sub>		1	.762**	-.035	-.192	-.156	.501**	.167	.473**	.586**	-.027	-.201	-.285	-.744**	.078	-.580	-.691**	-.554**	-.116	-.534	-.493**	-.320*	-.366**	.669**	-.273*	.238	-.444**	-.509**	-.455**	-.518**	-.727**	-.662**	-.364**	-.414**	-.499**	
C <sub>8</sub>			1	.074	-.086	.027	.413**	.209	.514**	.529**	.142	.044	.498	-.365	5E-03	-.428	-.499	-.423**	-.167	-.162	-.252	-.051	-.136	.273*	.084	.025	-.094	-.403	-.351**	-.132	-.465**	-.322*	-.463**	-.213	-.23	
C <sub>9</sub>				1	.198	.425**	.337**	.394**	.379**	.037	.282	.552**	6E-03	.193	.282	.157	.108	.085	.111	.074	6E-03	.267*	.268*	.238	.243	.445**	.184	.116	.253	.023	-.043	.082	-.156	6E-03	-.141	
C <sub>10</sub>					1	.557**	.411**	.469**	-.123	-.499**	.347	.475**	-.362**	.399**	.018	.257	.358**	.118	.085	.399*	.341*	-.156	.233	3E-03	.499**	.450**	.512**	.628**	.500**	.169	.332*	.263	-.102	.354**	.235	
C <sub>11</sub>						1	.548**	.885**	-.016	-.539**	.406**	.229	-.371**	.368**	-.042	.312	.364**	.248	.090	.615**	.588**	.475**	.449**	.054	.659**	.510**	.521**	.579**	.374**	.416**	.382**	.203	-.255	.379**	.486**	
C <sub>12</sub>							1	.751**	.296	-.097	.419**	.208	-.287	-.345**	.071	-.130	-.225	-.131	.152	-.021	.023	.117	.012	.635**	.131	.710**	-.029	.014	-.013	-.161	-.265	.356**	-.318**	-.012	-.143	
C <sub>13</sub>								1	.152	-.371**	.360**	.164	-.379	.015	-.133	.144	.152	.012	.027	.379**	.438**	.334	.263	.330	.420	.613**	.291	.335**	.118	.185	.084	-.111	-.378**	.109	.333*	
C <sub>14</sub>									1	.445**	.023	.307	.243	-.292	.086	-.234	-.276**	-.569**	-.301	-.344**	-.415**	-.047	-.216	.364	-.010	.206	-.217	-.173	-.224	-.395**	-.532**	.384**	-.455**	-.457**	-.302**	
C <sub>15</sub>										1	-.158	-.085	.756**	-.437**	.145	-.398**	-.470**	-.572**	-.240	-.659**	-.697**	-.395**	-.401**	.255	-.503**	-.232	-.452**	-.626**	-.479**	-.458**	-.602**	-.442**	-.096	-.465**	-.518**	
C <sub>16</sub>											1	.289	8E-03	.185	-.102	.242	.292*	.180	.163	.228	.219	.331*	.271	9E-03	.200	.128	.119	.227	.164	.289*	.280*	.146	-.050	.304*	.153	
C <sub>17</sub>												1	.055	.313*	.254	.461**	.263	-.042	-.012	.050	-.102	.091	.179	-.038	.271*	.249	.313*	.125	.198	-.028	.069	.237	-.086	.126	-.101	
C <sub>18</sub>													1	-.042	-.024	-.112	-.094	-.354**	-.265	-.286**	-.430**	-.233	-.206	-.210	-.171	-.503**	-.072	-.434**	-.329*	-.058	-.178	-.044	-.022	-.144	-.136	
C <sub>19</sub>														1	.153	.520	.692**	.422**	.010	.648**	.556**	.344*	.474	-.660**	.602	-.190	.682	.564	.501**	.634	.724	.684	.098	.529	.530	
C <sub>20</sub>															1	-.118	-.225	-.025	.179	-.195	-.198	-.090	.093	.245	.067	.201	.070	-.056	-.065	-.242	-.179	-.178	-.101	-.025	-.500**	
C <sub>21</sub>																1	.622**	.278*	-.013	.319*	.317*	.211	.274	-.419**	.318	-.031	.340	.346	.150	.298*	.512**	.437**	.215	.381**	.429**	
C <sub>22</sub>																	1	.346**	-.078	.515**	.490**	.268	.326	-.542**	.398	-.119	.518	.534**	.312*	.436**	.677**	.509**	.056	.478**	.683**	
C <sub>23</sub>																		1	.615**	.534**	.526**	.388**	.462**	-.327*	.260	7E-03	.258	.293*	.383**	.559**	.574**	.527**	.411**	.520	.261	
C <sub>24</sub>																			1	.088	.155	.173	.078	-.173	.071	.278*	.030	.081	.314*	.200	.132	.134	.435**	.151	-.192	
C <sub>25</sub>																				1	.872**	.685**	.586**	-.536**	.658**	.055	.566**	.555**	.452**	.763**	.740**	.628**	.108	.539**	.664**	
C <sub>26</sub>																					1	.588**	.471**	-.416**	.520	-.013	.471	.525**	-.355**	.720**	.691**	.497**	-.046	.443**	.657**	
C <sub>27</sub>																						1	.643**	-.269**	.483**	.054	.204	.354**	.301	.549**	.485**	.362**	-.080	.252	.351**	
C <sub>28</sub>																							1	-.261	.433**	.093	.380**	.425**	.325	.417	.450**	.355**	-.086	.363**	.236	
C <sub>29</sub>																								1	.331*	.707**	-.479**	-.225	-.234	-.630**	-.722**	-.739**	-.230	-.457**	-.585**	
C <sub>30</sub>																									1	.167	.742**	.568**	-.441**	.522**	.457**	.516**	-.176	.460**	.501**	
C <sub>31</sub>																										1	-.079	.231	.160	-.286	-.230	-.310	-.145	-.7E-03	-.252**	
C <sub>32</sub>																											1	.527**	.477**	.513**	.554**	.562**	-.095	.495**	.562**	
C <sub>33</sub>																												1	.632**	.306**	.551**	.404**	.013	.371**	.459**	
C <sub>34</sub>																													1	.443**	.499**	.523**	.242	.405**	.174	
C <sub>35</sub>																														1	.746**	.705**	.146	.552**	.596**	
C <sub>36</sub>																															1	.741**	.256	.692**	.630**	
C <sub>37</sub>																																1	.343**	.624**	.427**	
C <sub>38</sub>																																	1	.168	-.111	
C <sub>39</sub>																																		1	.383**	
C <sub>40</sub>																																			1	

\* y \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente



longitud de la parte ramificada ( $C_{31}$ ), negativa con ancho de espiguilla ( $C_{35}$ ), ancho de gluma ( $C_{36}$ ) y longitud de gluma ( $C_{37}$ ); y finalmente la correlación positiva existente en caracteres de panícula esta la longitud de panícula ( $C_{30}$ ) con longitud de la rama principal ( $C_{32}$ ); la longitud de entrenudos de la rama principal ( $C_{33}$ ) con la longitud de entrenudos de la rama lateral ( $C_{34}$ ); el ancho de espiguilla ( $C_{35}$ ) con el ancho de gluma ( $C_{36}$ ) y longitud de gluma ( $C_{37}$ ); ancho de gluma ( $C_{36}$ ) con longitud de gluma ( $C_{37}$ ), número total de venas ( $C_{39}$ ) y la altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ); por último la longitud de gluma ( $C_{37}$ ) con el número total de venas ( $C_{39}$ ).

#### 4.4. Modelos de regresión simple y múltiple para caracteres con alta correlación.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la correlación se realiza la estimación de los componentes de ecuación de regresión para caracteres que presentaron alto grado de asociación con el objetivo principal de tener la ecuación matemática que estime valores de una característica a partir del conocimiento de otra(s).

##### 4.4.1. Caracteres influenciados por la altura sobre el nivel del mar (asnm).

- a) Altura de planta ( $C_{11}$ ). Los incrementos en la asnm, aumenta el valor de este caracter y viceversa (FIGURA 14).

- b) Número de hijos ( $C_{15}$ ). Los aumentos en la asnm disminuye el valor de este caracter y viceversa (FIGURA 15).
- c) Peso de 100 granos ( $C_{25}$ ). Los incrementos en la asnm aumenta el valor de este caracter y viceversa (FIGURA 16.)
- d) Número de ramas en la panícula ( $C_{29}$ ). Los aumentos en asnm, disminuye el valor de este caracter y viceversa (FIGURA 17).
- e) Longitud de panícula ( $C_{30}$ ). Los incrementos en la asnm, aumenta el valor de este caracter y viceversa (FIGURA 18)
- f) Longitud de la rama principal ( $C_{32}$ ). Los incrementos en la asnm, aumenta el valor de este caracter y viceversa (FIGURA 19).
- g) Longitud de entrenudos de la rama principal ( $C_{33}$ ). Los incrementos en la asnm, aumenta el valor de este caracter y viceversa (FIGURA 20).

#### 4.4.2. Caracteres con dependencia directa

- a) Los incrementos en el número de hojas ( $C_{10}$ ) depende directamente de aumentos en la altura de planta ( $C_{11}$ ) y viceversa (FIGURA 21).

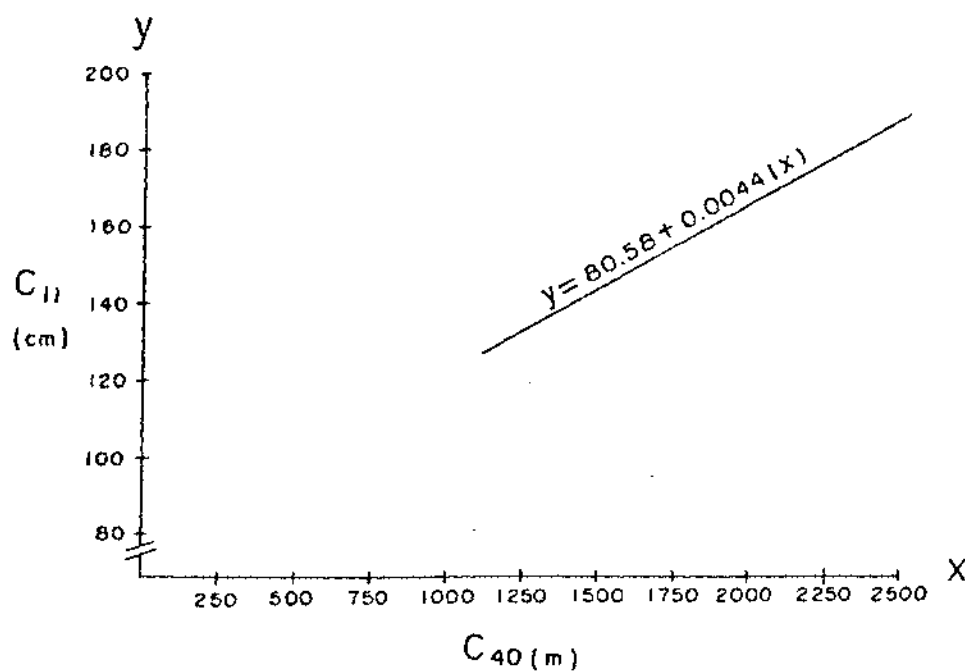


FIGURA 14. Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ), respecto a la altura de planta ( $C_{11}$ )

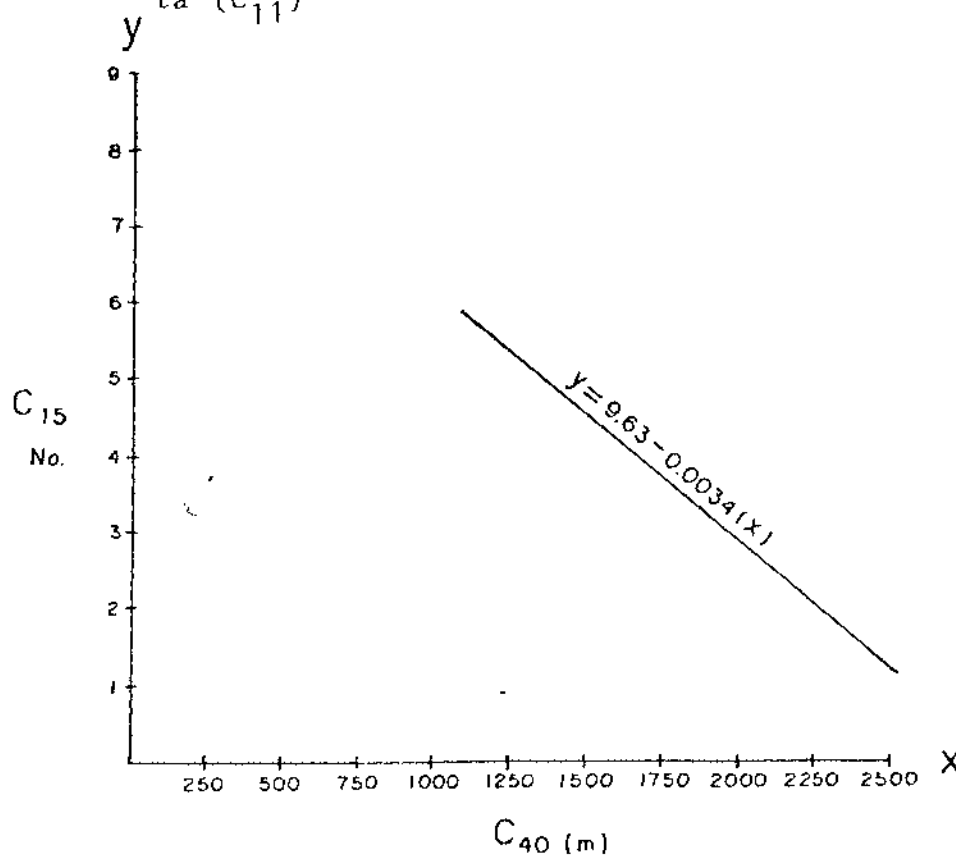


FIGURA 15. Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ), respecto al número de hijos ( $C_{15}$ )

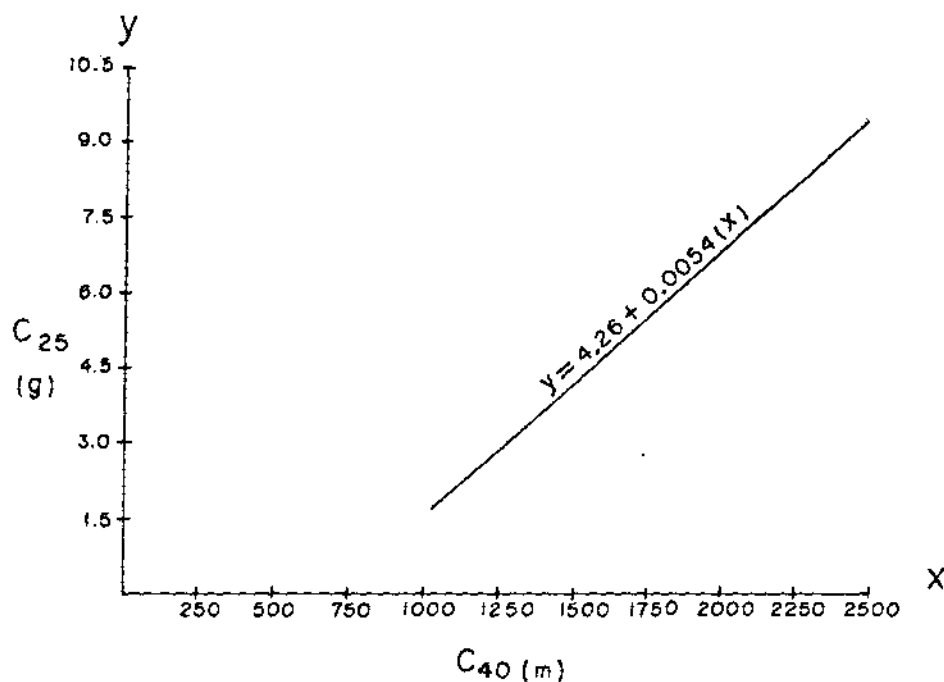


FIGURA 16. Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar (C<sub>40</sub>), respecto al peso de 100 gramos (C<sub>25</sub>).

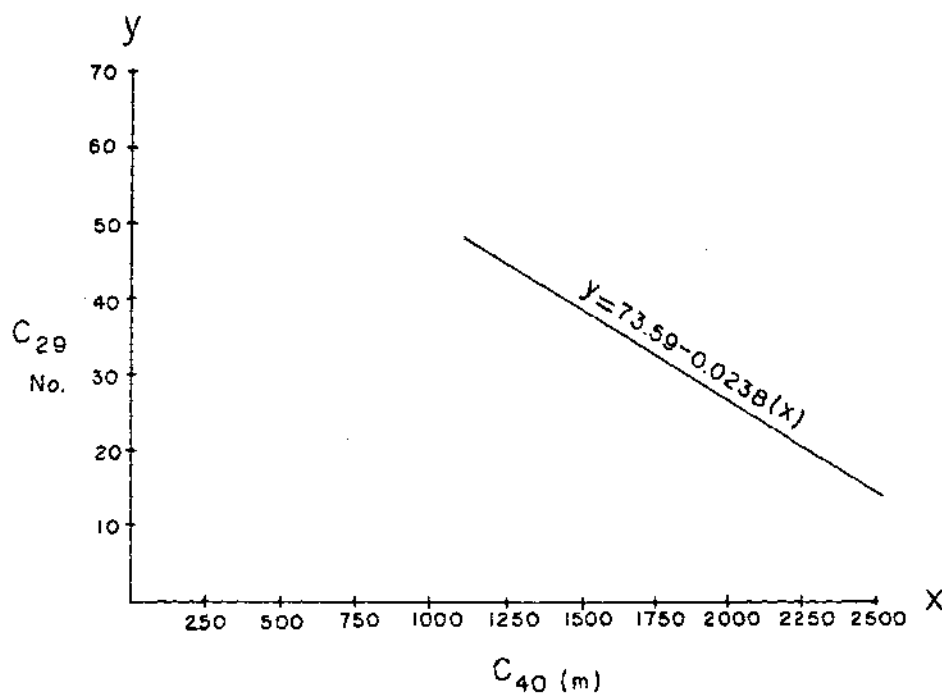


FIGURA 17. Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar (C<sub>40</sub>), respecto al número de ramas en la panícula (C<sub>29</sub>).

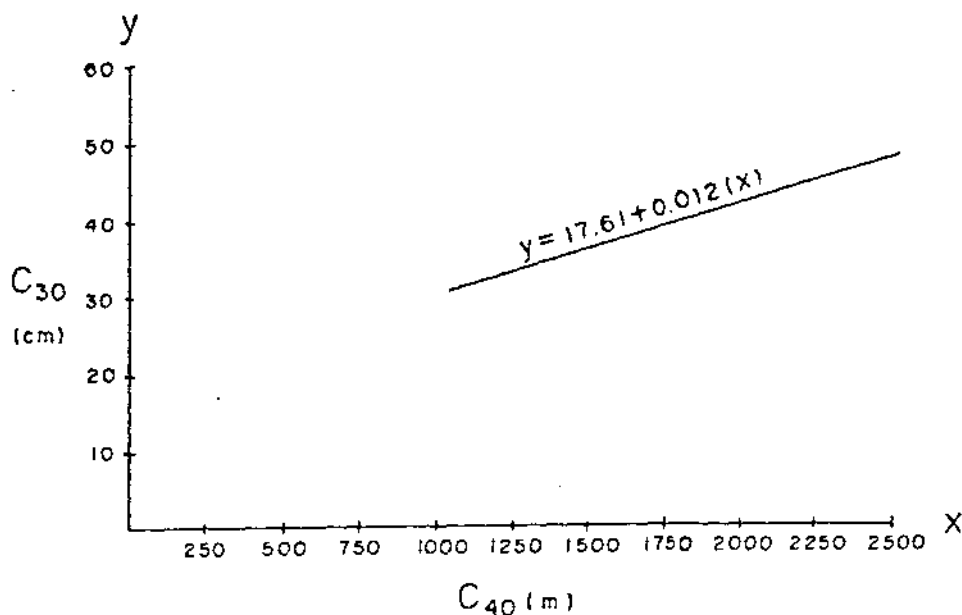


FIGURA 18. Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ) respecto a la longitud de pánicula ( $C_{30}$ ).

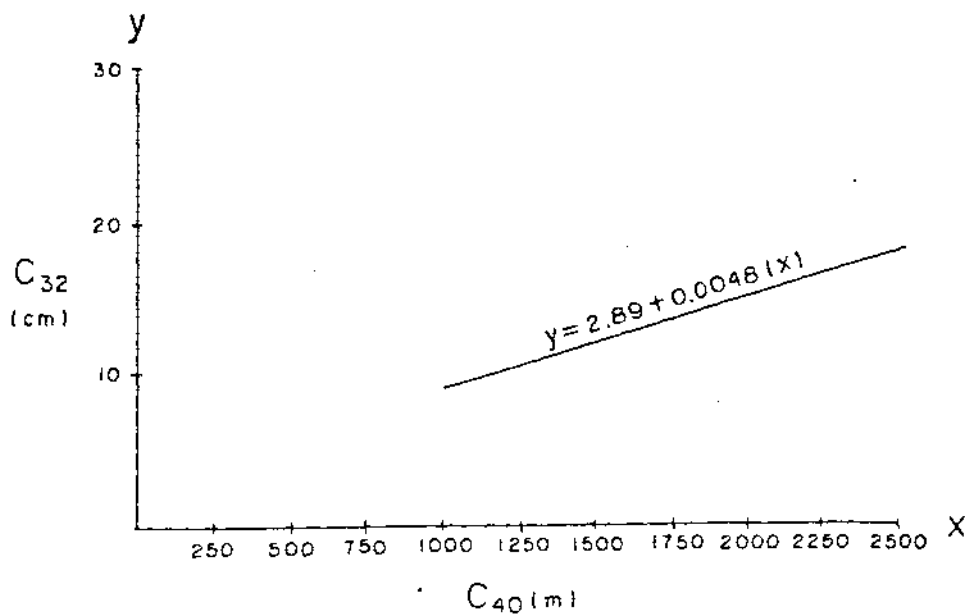


FIGURA 19. Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ) respecto a la longitud de la rama principal ( $C_{32}$ ).

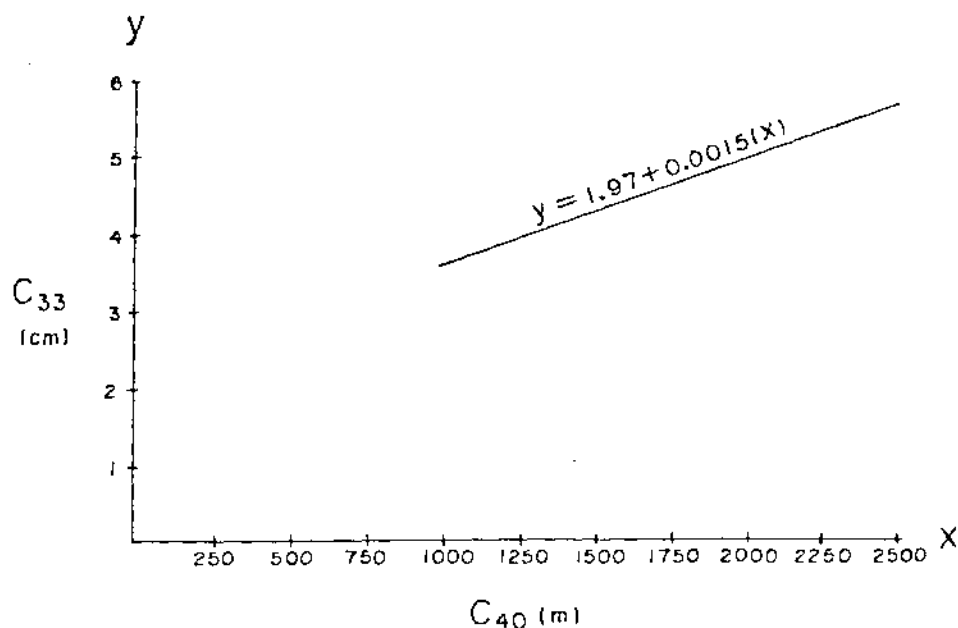


FIGURA 20. Representación gráfica del efecto de la altura sobre el nivel del mar ( $C_{40}$ ), respecto al espacio de 10 espiquillas de la rama principal ( $C_{33}$ ).

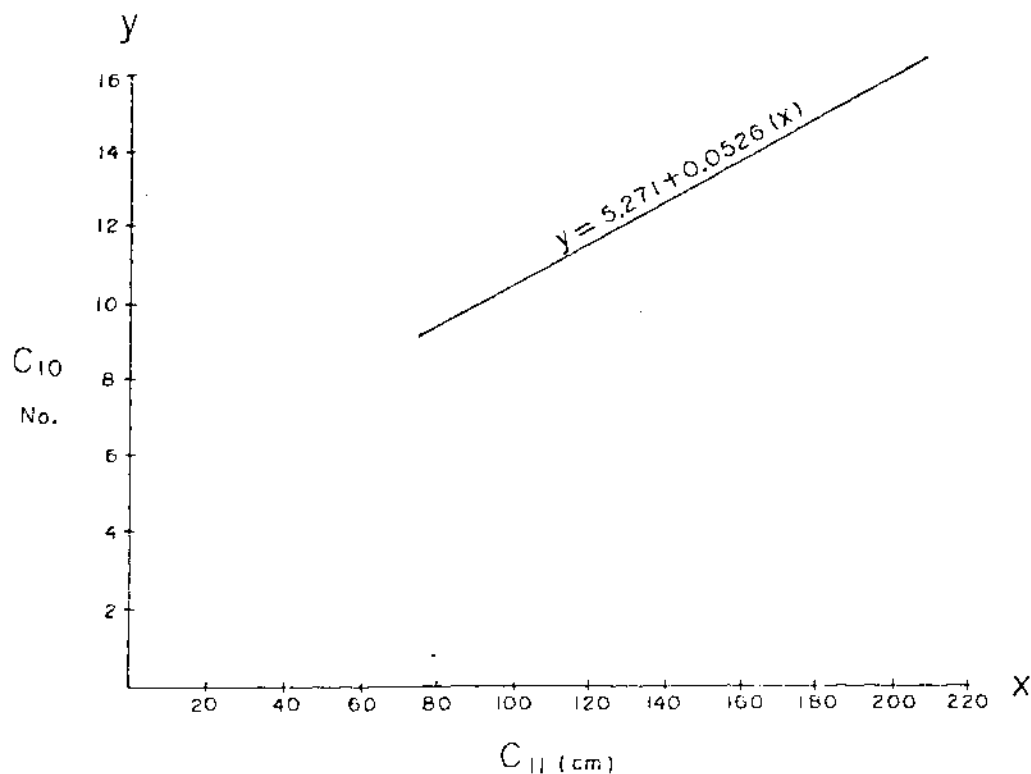


FIGURA 21. Representación gráfica de la dependencia del número de hojas ( $C_{10}$ ), respecto a la altura de la planta ( $C_{11}$ ).

- b) Los incrementos de la longitud de mazorca ( $C_{23}$ ), es influenciado directamente al incrementarse el número de granos ( $C_{24}$ ) y viceversa (FIGURA 22).
- c) Los aumentos en la longitud de panícula ( $C_{30}$ ), depende directamente al incrementarse la longitud de la rama principal de la panícula ( $C_{32}$ ) y viceversa (FIGURA 23).

#### 4.4.3. Caracteres con dependencia de dos o más caracteres

En el CUADRO 17 se registran los valores para cada componente de la regresión múltiple, realizando la comparación de valores para el grado de significancia.

En la ecuación 1, la variable dependiente es peso seco por planta ( $C_9$ ), e independientes altura de planta ( $C_{11}$ ) altamente significativo, número de ramas laterales ( $C_{14}$ ) significativo y para el número de hijos ( $C_{15}$ ) no significativo. Para la ecuación 2, la variable dependiente es longitud de mazorca ( $C_{23}$ ) e independiente número de granos ( $C_{24}$ ) y ancho de gluma ( $C_{36}$ ) altamente significativo ambos. La ecuación 3, el peso de grano ( $C_{25}$ ) es influenciado por el espesor de grano ( $C_{27}$ ) alto en significancia y espesor de semilla ( $C_{28}$ ) no significativo. Respecto a la ecuación 4, el número de ramas por panícula ( $C_{29}$ ) se determina por la longitud de la parte ramificada ( $C_{31}$ ), ancho de gluma ( $C_{36}$ ) y longitud de gluma ( $C_{37}$ ), ambos caracteres con alto grado de significancia. Finalmente la



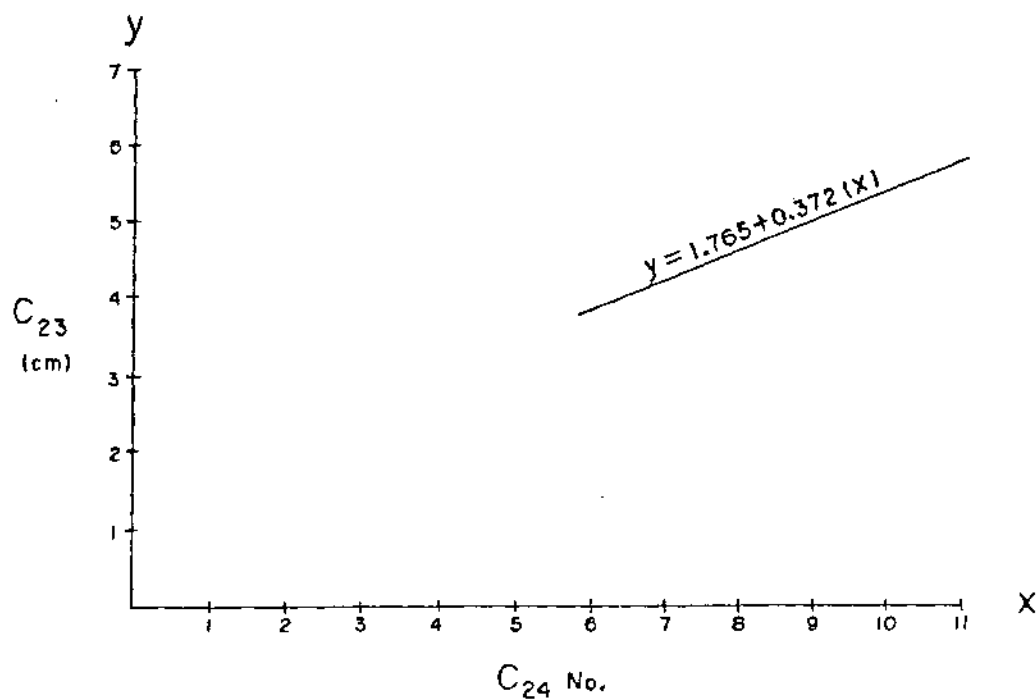


FIGURA 22. Representación gráfica de la dependencia de la longitud de la mazorca ( $C_{23}$ ), respecto al número de granos ( $C_{24}$ ).

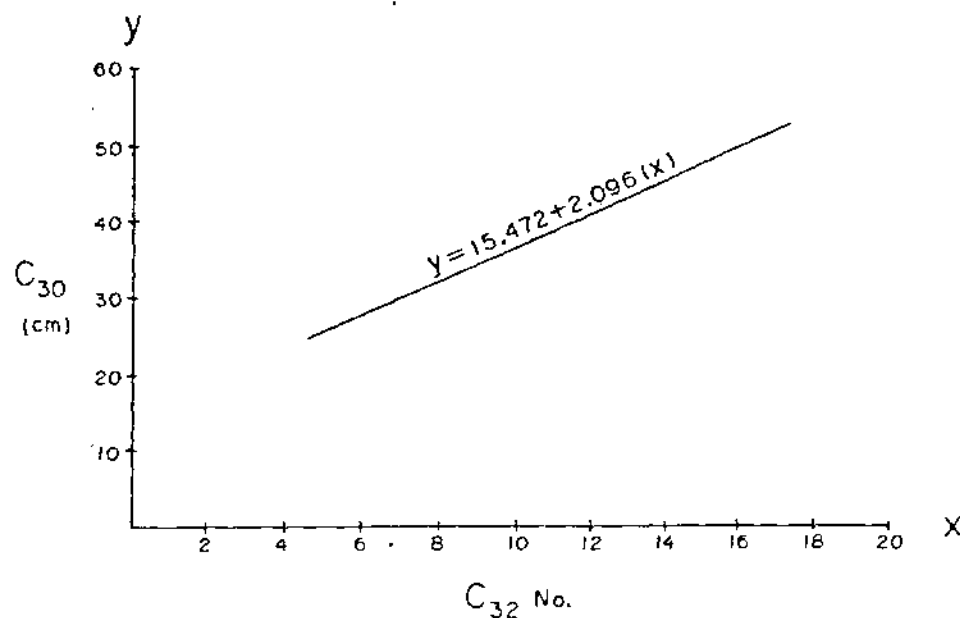


FIGURA 23. Representación gráfica de la dependencia de la longitud de panícula ( $C_{30}$ ), respecto a la longitud de la rama principal de la panícula ( $C_{32}$ ).

CUADRO 17. Ecuaciones de regresión múltiple para caracteres con significancia.

Nº Ecuación				Vi	B	Error Std. (B)	T	Constante
1	C <sub>9</sub>	R Múltiple	0.590399322**	C <sub>11</sub>	0.842367	0.224669	3.749364**	
		Error Est.Std.	40.5100164	C <sub>14</sub>	8.270264	3.631424	2.277416*	
		F	8.91812595	C <sub>15</sub>	4.122864	3.461279	1.191139 <sup>NS</sup>	-80.4449753
2	C <sub>23</sub>	R Múltiple	0.79589731**	C <sub>24</sub>	0.331885	0.052344	6.340443**	
		Error Est.Std.	0.425042672	C <sub>36</sub>	0.109047	0.018814	5.79615**	- 0.216543987
		F	42.5058254					
3	C <sub>25</sub>	R Múltiple	0.711013129**	C <sub>27</sub>	1.927206	0.471114	4.091595**	
		Error Est.Std.	1.98166482	C <sub>28</sub>	1.329451	0.688808	1.930073 <sup>NS</sup>	- 4.77223418
		F	26.0713768**					
4	C <sub>29</sub>	R Múltiple	0.930610345**	C <sub>31</sub>	2.511138	0.258895	9.699439**	
		Error Est.Std.	5.20195085	C <sub>36</sub>	-1.705921	0.33999	-5.017566**	
		F	107.744507**	C <sub>37</sub>	-0.312474	0.085448	-3.656873**	58.0492148
5	C <sub>30</sub>	R Múltiple	0.824026238**	C <sub>11</sub>	0.106653	0.02360	4.205632**	
		Error Est.Std.	4.813500224	C <sub>32</sub>	1.198227	0.316208	3.789359**	
		F	35.2575256**	C <sub>37</sub>	0.127699	0.063169	2.021531*	- 0.112757906

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

NS No Significativo

ecuación 5, donde la longitud de panícula está determinada por la altura de planta ( $C_{11}$ ). Longitud de la rama principal ( $C_{32}$ ) altamente significativo y longitud de gluma ( $C_{37}$ ) significativo.

## V. DISCUSION

Es importante mencionar las limitantes y condiciones con que se desarrolló esta investigación. La clasificación por taxonomía numérica solo se efectuó mediante un solo método, el complemento del coeficiente de correlación ( $r_c$ ) y se realizó en forma global para todos los caracteres. Por otro lado la evaluación fue efectuada solamente en una localidad y en un año; las condiciones ambientales de la localidad correspondieron a una zona intermedia de 1820 msnm como es la del Bajío, la cual fue propicia para la mayoría de las poblaciones de teocintle, sobre todo para aquellas que se desarrollan en alturas mayor a 1500 msnm, como en el caso del grupo Mesa Central ( $G_1$ ), Mesa del Norte ( $G_2$ ) y algunas poblaciones del Balsas-Perennes ( $G_3$ ). Las poblaciones de este último grupo mostró inadaptación a la localidad de estudio, prueba de ello se presentó en la etapa de emergencia, donde aproximadamente el 10% del total de colectas sembradas no emergieron y el 38% más resultaron con datos incompletos, poblaciones pertenecientes a la raza Balsas, según la clasificación preliminar mencionada por Sánchez y Ordáz (1987).

Para la discusión de la clasificación descrita en el dendrograma y su correspondiente delimitación de las áreas de distribución de poblaciones de la FIGURA 11, 12 y 13 respectivamente, se contó con el apoyo de información obtenida por los

colectores de cada sitio de colecta. La gran parte de las poblaciones en estudio tienen delimitación poco definida, probablemente debido a las condiciones de crecimiento a las que se encuentra el teocintle y específicamente la participación que ha tenido con el de maíz por medio de intogresión de ambas especies, y en parte al método utilizado, complemento de correlación (rc), que produce frecuentes traslapes como lo demuestra Orozco (1979) en su estudio.

Como se puede observar en el grupo  $G_1$  de la Mesa Central, donde el subgrupo 5 es representado por poblaciones del Valle de México, zona del Bajío en Michoacán y Guanajuato; las poblaciones del subgrupo 3 que pertenecen al Valle de México se interrelacionan con las poblaciones de Opopeo y Cuamio en Michoacán; y respecto a los subgrupos 1, 2 y 4 se encuentran poco definidas al no consolidarse con poblaciones localizadas a su región. Es de mencionar que las poblaciones antes señaladas se encuentran con una activa simpatricidad con el cultivo de maíz, resultando la intogresión de ambas especies, manifestándose con mayor frecuencia en las poblaciones del Valle de México, tal como lo propone Smith y Goodman (1981). Además el teocintle de esta área se desarrolla como una especie mimética en sus primeras etapas en desarrollo, demostrando posteriormente ser más vigorosas que aquel teocintle que crece aislado del maíz.

Con estos antecedentes y con los resultados de la clasificación para este grupo, posiblemente las interrelaciones que presentan, es debido a perturbaciones en la composición genética

de la población por el constante intercambio de genes con el maíz capaz de modificar caracteres morfo-fenológicos de las poblaciones de teocintle, así como lo menciona Wilkes (1967), Mangelsdorf (1974), Hernández (1987) y por otro lado Kato (1975), Doebley et al (1984) no coinciden con esta opinión, señalando la evidencia de introgresión de ambas especies, pero manteniendo un mecanismo de aislamiento genético a pesar de su cruzamiento natural, desechando la suposición incierta de que el teocintle es modificado su morfología por introgresión del maíz, sin embargo hay que considerar las variaciones fenotípicas producidas por el efecto del microclima al cual se encuentra una población.

En cuanto a las poblaciones del grupo  $G_2$  Mesa del Norte, las del subgrupo 6 y 7 manifiestan una delimitación pertenecientes al Valle de Nabogame en Chihuahua y Valle de Guadiana en Durango respectivamente, considerándose como poblaciones estables. Posteriormente a un mayor nivel de disimilitud se integra la población del subgrupo 8 de Uriangato Gto., para conformar este grupo.

Al parecer esta última población es una interrelación entre el grupo  $G_1$  y  $G_2$  y en base a su distribución pertenece al grupo Mesa Central, la cual es identificada por Wilkes (1967), Orozco (1979) y otros.

El grupo  $G_3$  Balsas-Perennes son poblaciones que compiten frecuentemente con malas hierbas, a veces se localizan en partes

inaccesibles y por lo regular se encuentran aisladas del cultivo del maíz de manera estacional o por su lugar de crecimiento, se ha considerado según Orozco (1979), Sánchez y Ordáz (1987) como poblaciones que han sufrido menos movilización permaneciendo estables en la actualidad. La clasificación de poblaciones en este grupo ( $G_3$ ) demuestran en parte lo antes mencionado, como podemos observar en las poblaciones del subgrupo 10, específicamente en las colectas del estado de México y Guerrero donde se comportan como un grupo de poblaciones bien definidas, a pesar de la dispersión de las poblaciones del estado de México. Esto es debido principalmente a la similaridad de las condiciones del medio ambiente en que se desarrolla.

Sin embargo dos de las poblaciones de San Jerónimo (colecta número 44 y 46) se encuentra en simpatricidad con el cultivo de maíz, tal como sucede en la Mesa Central al grado de producir híbridos naturales en diferentes niveles de introgressión, que posiblemente sea la causa principal de no agruparse con las otras dos poblaciones de San Jerónimo (colecta número 45 y 47). Estas diferencias se observan mejor en los valores promedio de algunos caracteres como se demuestra en el CUADRO 18. Posteriormente estas poblaciones se agrupan a mayor nivel de similitud (0.76) junto a las poblaciones perennes y la de Malinaco.

Por otro lado la agrupación de los teocintles perennes en este grupo ( $G_3$ ), puede indicarnos un parentesco más estrecho que el resto de las poblaciones de teocintle de México y que

CUADRO 18. Valores medios y coeficiente de variación (C.V.) para el total de caracteres de las colectas de San Jerónimo, señalando las diferencias que mostraron al encontrarse aisladas y con influencia de maíz.

Caracter	- influencia con maíz -				- aislados al maíz -			
	Número de Localidad	$\bar{X}$	C.V.	Número de Localidad	$\bar{X}$	C.V.		
	44	46		47	45			
C <sub>1</sub>	11.0	11.0	11.0	0.0	11.0	10.0	10.5	6.7
C <sub>2</sub>	24.0	24.0	24.0	0.0	24.0	24.0	24.0	0.0
C <sub>3</sub>	52.0	52.0	52.0	0.0	53.0	52.0	52.5	1.3
C <sub>4</sub>	91.0	94.0	92.5	2.3	91.0	91.0	91.0	0.0
C <sub>5</sub>	97.0	99.0	98.0	1.4	96.0	101.0	98.5	3.6
*C <sub>6</sub>	99.0	104.0	101.5	3.5	102.0	106.0	104.0	2.7
C <sub>7</sub>	106.0	110.0	108.0	2.6	105.0	115.0	110.0	6.4
C <sub>8</sub>	124.0	128.0	126.0	2.2	128.0	128.0	128.0	0.0
*C <sub>9</sub>	243.0	200.4	221.7	13.5	213.0	112.6	162.8	43.6
C <sub>10</sub>	8.7	9.5	9.1	6.2	11.7	9.7	10.7	13.2
*C <sub>11</sub>	141.1	151.5	146.3	5.0	170.0	140.9	155.4	13.2
C <sub>12</sub>	37.4	57.2	47.3	29.6	68.7	34.9	51.8	46.1
*C <sub>13</sub>	91.5	102.5	97.0	8.0	129.5	93.4	111.4	22.9
*C <sub>14</sub>	8.8	9.2	9.0	3.1	10.7	10.0	10.3	4.8
C <sub>15</sub>	5.4	5.8	5.6	5.1	6.4	5.4	5.9	12.0
C <sub>16</sub>	5.6	4.2	4.9	20.2	4.0	2.2	3.1	41.0
C <sub>17</sub>	24.0	26.2	25.1	6.2	35.6	20.2	27.9	39.0
C <sub>18</sub>	21.4	10.8	16.1	46.6	15.8	5.2	10.5	71.4

\* Diferencias más notorias

continúa...



continuación

Caracter	- influencia con maíz -				- aislados al maíz -			
	Número de Localidad 44	Número de Localidad 46	$\bar{X}$	C.V.	Número de Localidad 47	Número de Localidad 45	$\bar{X}$	C.V.
*C <sub>19</sub>	48.2	58.0	53.1	13.1	44.8	49.4	47.1	6.9
C <sub>20</sub>	4.4	5.09	4.8	9.8	3.9	4.4	4.17	9.1
*C <sub>21</sub>	3.2	5.8	4.5	40.9	3.8	3.6	3.7	3.8
*C <sub>22</sub>	3.8	4.2	4.0	7.1	3.6	2.6	3.1	22.8
*C <sub>23</sub>	4.9	4.7	4.8	2.9	3.6	4.0	3.8	7.4
C <sub>24</sub>	8.2	8.6	8.4	3.4	7.0	8.3	7.7	12.0
C <sub>25</sub>	3.1	3.1	3.10	0.0	2.7	3.6	3.15	20.2
C <sub>26</sub>	4.0	2.0	3.00	47.1	1.8	4.5	3.15	60.6
C <sub>27</sub>	3.6	3.8	3.70	3.8	4.0	3.2	3.62	14.7
C <sub>28</sub>	2.8	2.5	2.60	6.8	2.7	2.6	2.65	2.7
C <sub>29</sub>	40.8	41.8	41.3	1.7	43.6	45.6	44.6	3.2
C <sub>30</sub>	32.8	40.5	36.7	14.8	33.1	39.0	36.0	11.6
C <sub>31</sub>	10.4	11.8	11.1	8.9	12.6	13.8	13.2	6.4
C <sub>32</sub>	10.4	11.0	10.7	4.0	11.2	10.2	10.7	6.6
C <sub>33</sub>	4.43	3.25	3.84	21.7	4.03	4.26	4.15	3.9
C <sub>34</sub>	4.58	4.03	4.31	9.0	4.30	4.34	4.32	0.7
C <sub>35</sub>	1.88	1.93	1.90	1.8	2.00	1.88	1.94	4.4
C <sub>36</sub>	2.12	2.07	2.10	1.6	2.10	1.98	2.04	4.2
*C <sub>37</sub>	6.83	5.98	6.41	9.4	6.8	7.17	6.99	3.7
C <sub>38</sub>	3.62	3.22	3.42	8.3	4.12	3.17	3.65	18.4
C <sub>39</sub>	9.2	7.6	8.4	13.5	6.8	9.4	8.1	22.7

\* Diferencias más notorias

posiblemente la divergencia de estas poblaciones se inició en el estado de Jalisco a partir de los teocintles perennes (Z. diploperennis) tal como lo indica Guzmán (1982).

Es de mencionar que las poblaciones clasificadas en este estudio como Mesa Central ( $G_1$ ) corresponden a la raza Chalco y Mesa Central identificada por Wilkes (1967); las poblaciones de la Mesa del Norte ( $G_2$ ) corresponde a la raza Nobogame y Mesa Central (Dgo) aún no definida del mismo autor, y las poblaciones del Balsas-Perennes ( $G_3$ ) corresponde a la raza Balsas, excluyendo las especies perennes, no conocidas aún para el mismo autor. Por otro lado Orozco (1979) de acuerdo a su clasificación reconoce al grupo Mesa Central ( $G_1$ ) y al grupo Balsas-Perennes ( $G_3$ ) como Cuenca del Balsas, excluyendo las poblaciones perennes, tipo Balsas del estado de Jalisco y Michoacán.

En tanto la distribución geográfica y las condiciones bajo las que se encuentran en forma natural las poblaciones de teocintle, marcan la similitud y divergencia de los caracteres morfo-fenológicos, tal como fue observado en los días a la inducción floral, donde las poblaciones de la Mesa Central ( $G_1$ ) manifestaron mayor cercanía a la sincronía de floración, sin embargo para las poblaciones del Balsas-Perennes ( $G_3$ ) mostró el fenómeno de protandria como se puede observar en la FIGURA 24.

Esto pudo haberse originado por la inadaptación de las

condiciones ambientales del lugar donde se efectuó el estudio; este fenómeno no fue observado por Canales (1977) y Orozco (1979). En la FIGURA 25 se muestra el ciclo fenológico para cada subgrupo, donde las poblaciones de Nabogame (subgrupo 6) fueron los teocintles más precoces debido posiblemente al período corto libre de heladas, por lo tanto estas poblaciones son las menos productoras de forraje por su tamaño tan reducido de planta, caso contrario las poblaciones de la Mesa Central de Michoacán (subgrupo 2) cuenta con la mayor producción de forraje por planta, caracterizada por ser una planta con ramas laterales grandes y pocos hijos pero vigorosas. En la FIGURA 26 se representa la producción de materia seca por planta para cada subgrupo en relación a los días de madurez fisiológica.

Respecto a caracteres morfológicos tenemos que las poblaciones que se desarrollan en climas templados con alturas sobre el nivel del mar de 1500 a 2500 m entre valles intermontanos, etc., como es la Mesa Central y Valle de México en la altiplanicie mexicana en comparación con las que se desarrollan en climas cálidos-húmedos en altitudes de 0 a 1500 msnm localizado en la Sierra Madre del Sur de la Cordillera Neovolcánica en la Cuenca del Balsas del estado de México y Michoacán; cuentan con mayor número de hojas, mayor número de hijos, mayor longitud de la antepenúltima rama lateral, mayor número de mazorcas en el penúltimo y antepenúltimo nudo del tallo principal, mayor longitud de panícula, menor condensación de espiguillas en la rama principal y lateral, mayor tamaño de espiguilla y por lo

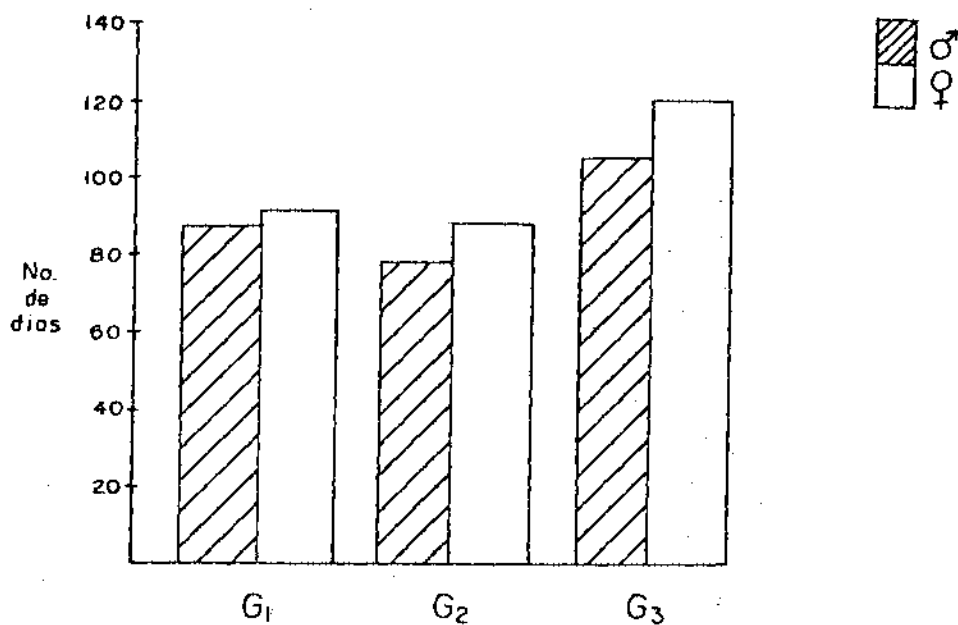


FIGURA 24. Días a floración masculina y femenina al 50% entre grupos, observando el fenómeno de protandria

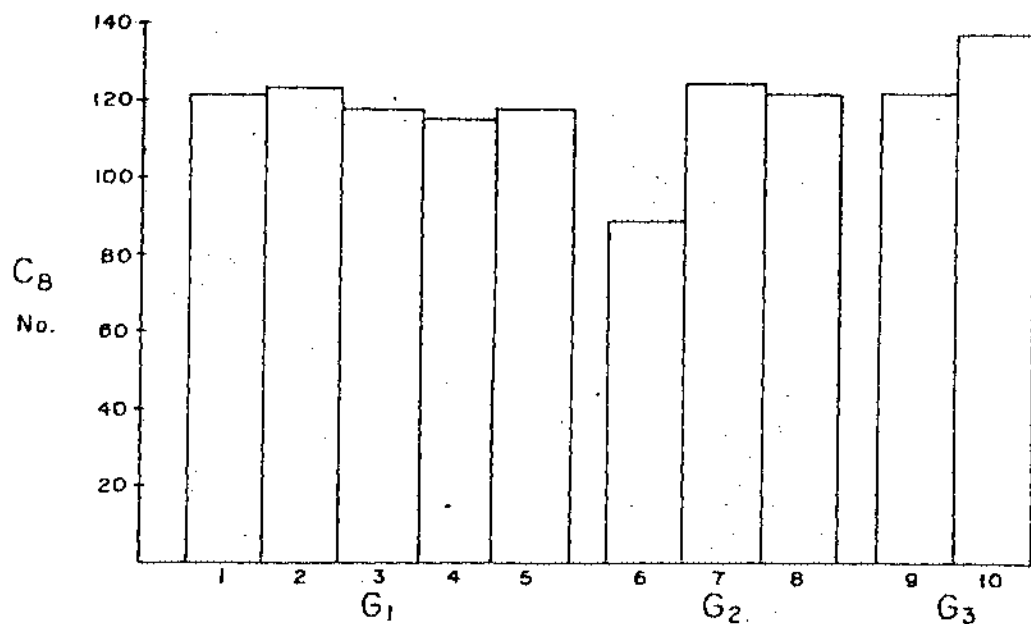


FIGURA 25. Días a madurez fisiológica (C<sub>g</sub>) entre subgrupos.

tanto mayor número de venas en la gluma, estas comparaciones coinciden con las realizadas por Orozco (1979).

En las FIGURAS 27, 28, 29, 30 y 31 se representa gráficamente algunos caracteres más divergentes entre las poblaciones de teocintle, considerando los más variables los vegetativos de planta.

Es de mencionar que las poblaciones de la Mesa Central de acuerdo a su fenotipo de planta, son los teocintles que guardan mayor semejanza al maíz moderno, que posiblemente se deba al intercambio constante de genes (introgresión) al que se encuentran. Por otro lado las poblaciones del subgrupo 10 ( $G_3$ ) demostraron la mayor variabilidad de caracteres, posiblemente debido a las diferencias de macroclima que existen en cada región.

En cuanto al CUADRO 16 correspondiente a las correlaciones, es interesante hacer notar que la altura sobre el nivel del mar es determinante en la expresión de algunos caracteres como son: altura de planta, número de hijos, peso de 100 granos, número de ramas en la panícula, longitud de la panícula, longitud de la rama principal y la condensación de espiguillas en la rama principal, además de aquellos caracteres que se encuentran altamente relacionados con algunos de los antes mencionados, como es el caso de la altura de la planta que determina el número de hojas; el número de ramas en panícula que es...

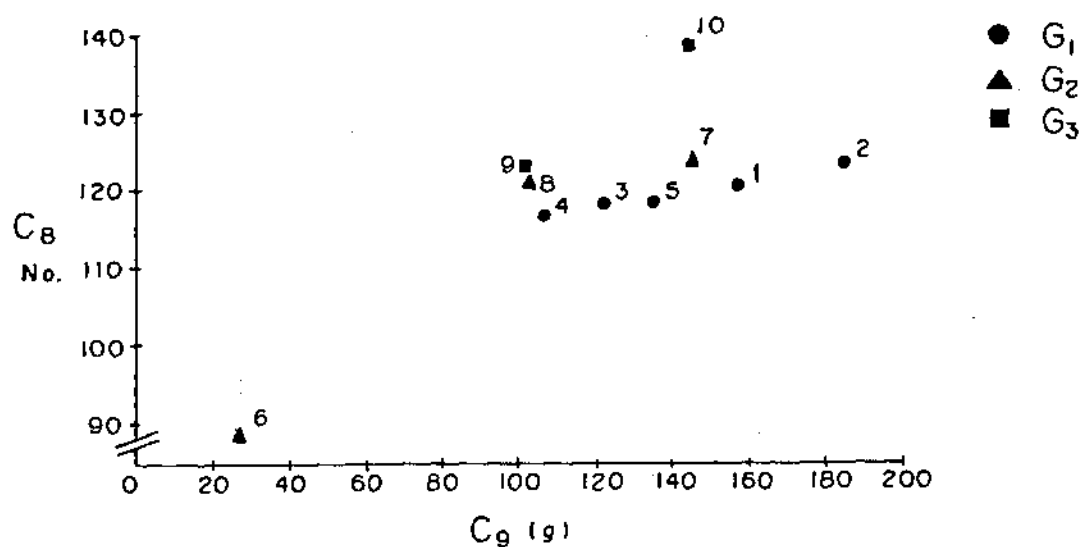


FIGURA 26. Producción de materia seca por planta ( $C_9$ ) en relación a sus días a madurez fisiológica ( $C_8$ ).

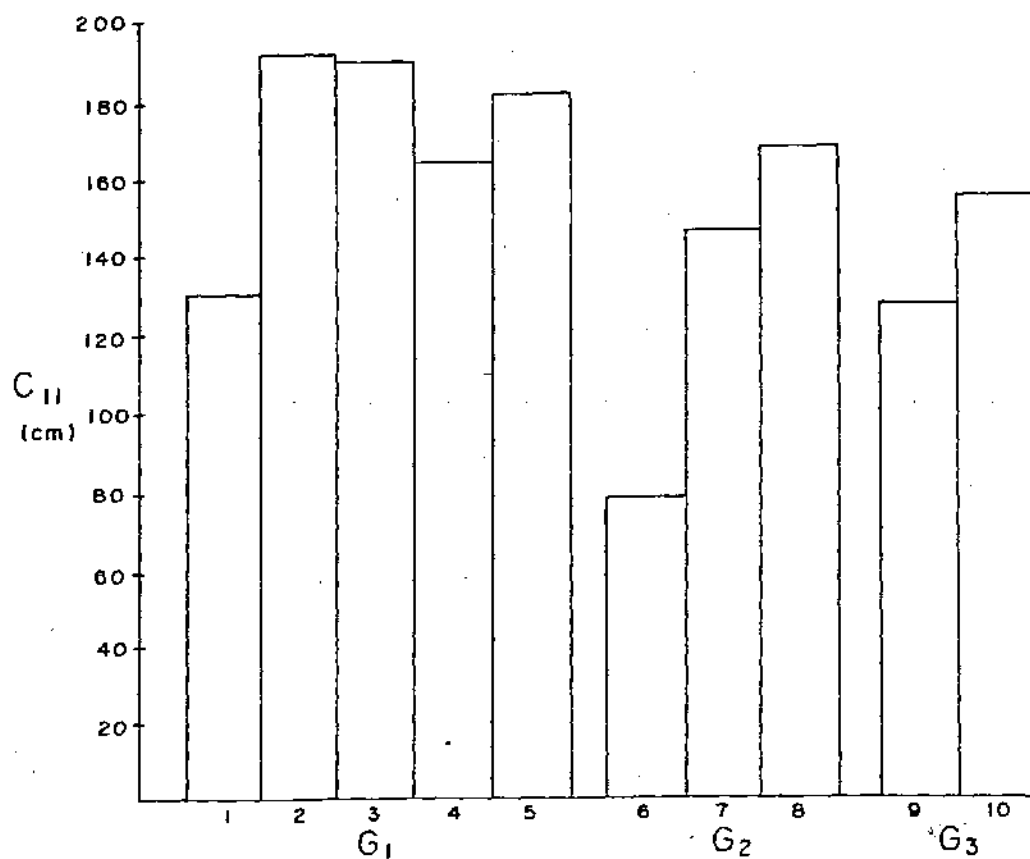


FIGURA 27. Altura de la planta ( $C_{11}$ ) entre subgrupos.

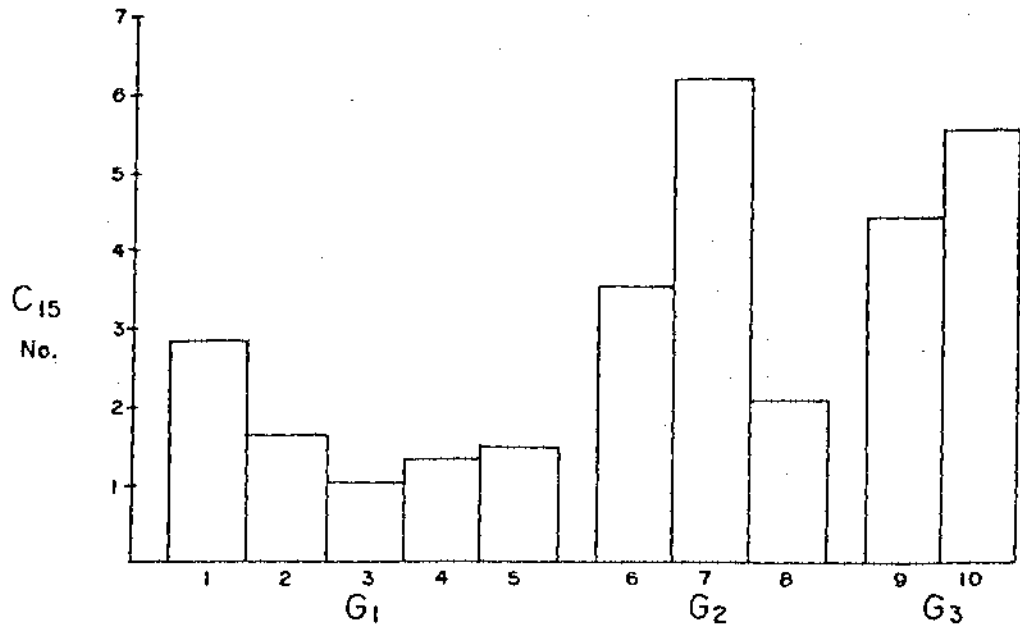


FIGURA 28. Producción de retoños basales (C<sub>15</sub>) por subgrupos.

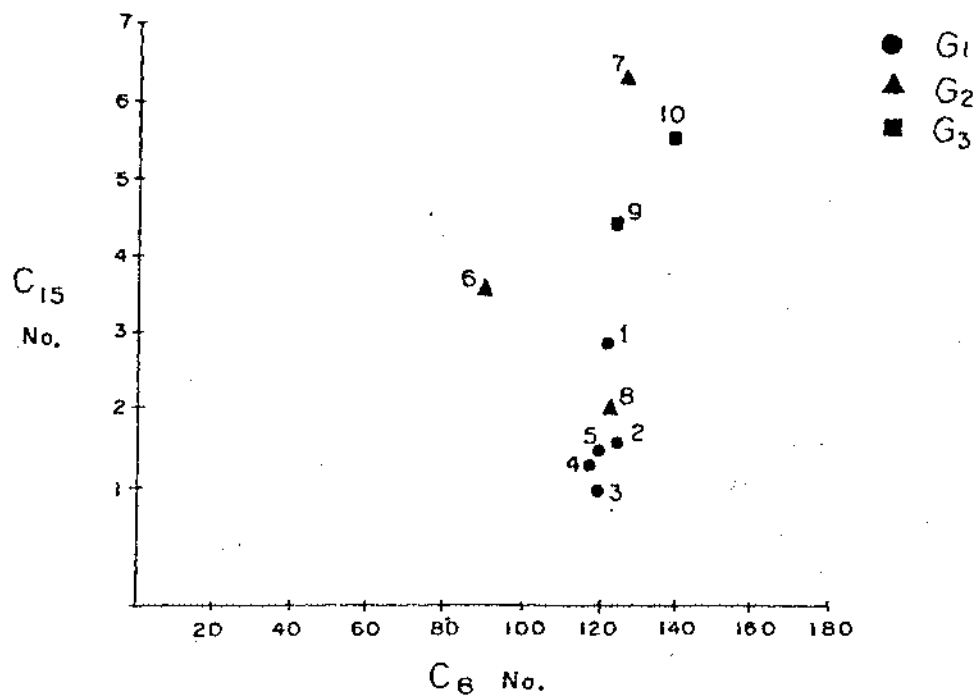


FIGURA 29. Producción de retoños basales (hijos) (C<sub>15</sub>) en relación a los días de madurez fisiológica (C<sub>8</sub>).

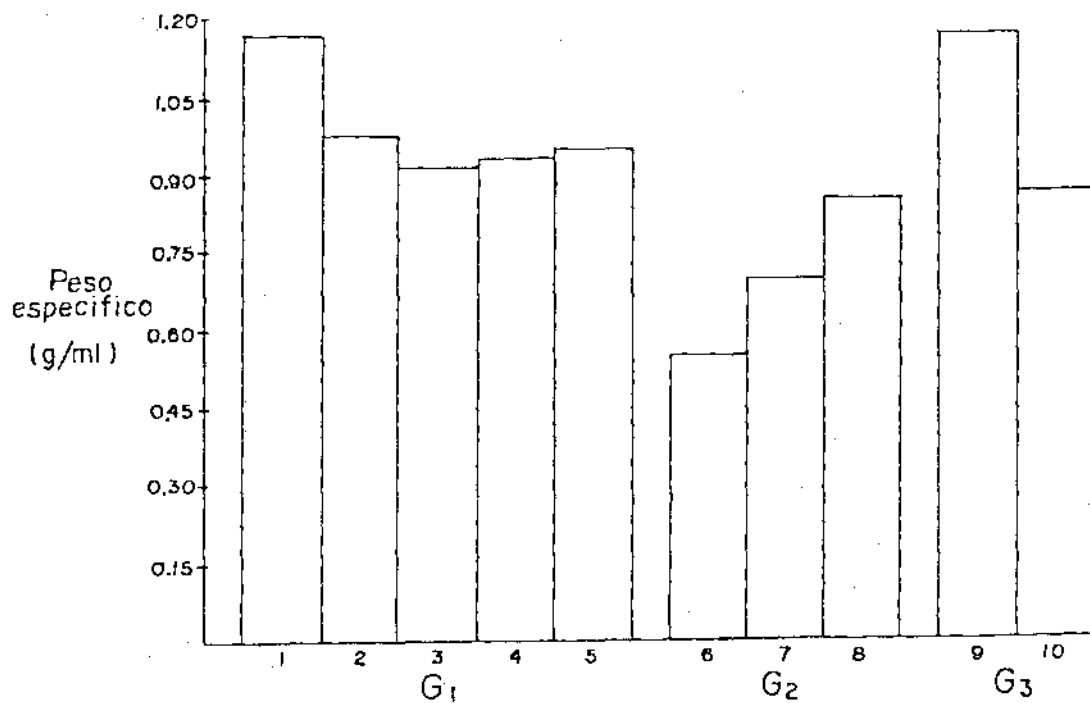


FIGURA 30. Relación de peso y volúmen (peso específico) de 100 granos para cada subgrupo.

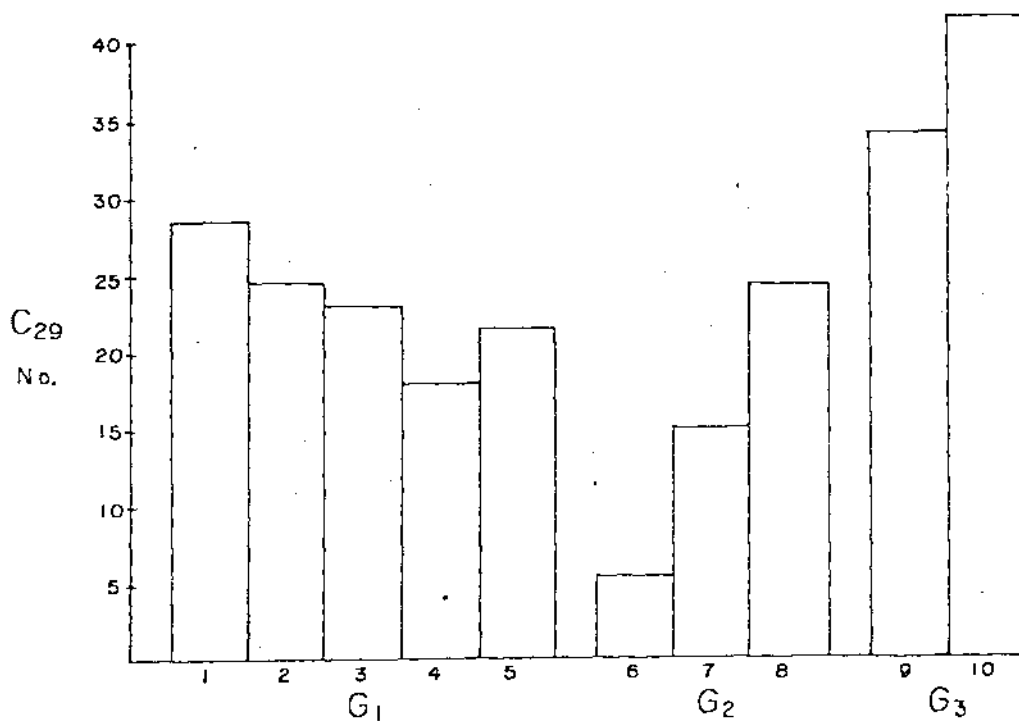


FIGURA 31. Cantidad de ramas en la panícula (C<sub>29</sub>) entre subgrupo.



determinado por la longitud de la parte ramificada, ancho y longitud de espiguilla y otros como se presentó en el CUADRO 17.

## VI. CONCLUSIONES

1- La delimitación de las poblaciones de teocintle en México es posible efectuarla en base a la clasificación por métodos de taxonomía numérica y a su vez ayuda a interpretar su posible relación filogenética.

2- De acuerdo a la clasificación obtenida en el dendograma, las poblaciones de la Mesa Central demostraron poca definición en su agrupamiento, debido posiblemente a perturbaciones ocasionadas por el constante intercambio de genes que tiene con el maíz y las condiciones de microclima en el cual se desarrolla, alterando de esa manera el fenotipo de la población.

3- Dentro del grupo  $G_2$  Mesa del Norte, las poblaciones del Valle de Nabogame en Chihuahua y Valle de Guadiana en Durango, son poblaciones que demostraron mayor definición en su agrupación, considerando para estas últimas poblaciones como una raza bien definida que podría denominarse como "raza Durango".

4- Las poblaciones de San Jerónimo son consideradas como teocintle tipo Balsas, el cual mostró perturbaciones en sus poblaciones como sucede en la Mesa Central, por tal motivo es de suponer que las poblaciones de la raza Balsas que se encuentren en simpatricidad con maíz como en este caso, del Tablillo en Jalisco y otros, es de esperar alteraciones en su constitución

morfo-fenológicas, como sucede en poblaciones de la Mesa Central ( $G_1$ ).

5.- De acuerdo a la agrupación formada es de sugerir que las poblaciones de teocintle en México que inició a partir de las especies perennes, se continuó con el teocintle tipo Balsas, Mesa Central y después con la raza Chalco descritas por Wilkes (1967), considerando para esta última la más semejante al maíz.

6.- La altura sobre el nivel del mar se mostró determinante para la expresión de algunos caracteres fenotípicos y de esa manera se observaron las diferencias y similitudes que exhibieron las poblaciones de teocintle de acuerdo a su distribución geográfica, considerando al grupo  $G_1$  Mesa Central como las poblaciones más flexibles a los cambios ambientales.



## VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Beadle, G.W. 1939. Teosinte and the origin of maize. *Journal Heredity*. 30:245-247.
- 2.- Brauer H., O. 1969. *Fitogenética aplicada*. Primera edición. Ed. Limusa. México 1, D.F. pp. 75-76.
- 3.- Bukasov, S.M. 1930. *Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia*. Versión al español de Jorge León. CATIE, Turrialba, Costa Rica 1981. pp. 49-51.
- 4.- Caballero H., F. 1986. *Estudio genético y taxonomía de poblaciones de la raza de maíz tuxpeño*. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 5.- Canales de S., Ma. C. 1977. *Algunos cambios ocurridos en maíz (*Zea mays* L.) bajo domesticación*. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México.
- 6.- Cervantes S., T.; Goodman, M., M. y Casas, D., E. 1978. *Efectos genéticos y de interacción genotipo-ambiente en la clasificación de razas mexicanas de maíz*. Sobretiro de Agricultura Num. 31. Rama Genética. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 7.- Collins, G.N. 1921. *Teosinte in Mexico* *Journal. Heredity*. 12:339-350.
- 8.- Cohen, I.J. and Galiant, C.W. 1984. *Potential use of alien germplasm for maize improvement* *Crop Science*. Vol. 24. pp. 1011-1015.
- 9.- Doebley, J.F. 1983a. *The maize and teosinte male inflorescence: A numerical taxonomic study*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 70:32-70.
- 10.- \_\_\_\_\_ 1983b. *The taxonomy and evolution of tripsacum and teosinte, the closest relative of maize*. Pages 15-28 in D.T. Gordon, J.K. Knoke, K.R. Nault and R.M. Ritter, eds. *Proceedings International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop*. 2-6 August 1982. The Ohio State University. Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster. 266 p.

- 11.- Doebley, F.J.; Goodman, M.M. and Stuber, C.W. (1984). Isoenzymatic variation in *Zea* (Gramineae). *Systematic Botany* 9 (2): 203-218.
- 12.- Galiant, W.C. 1971. The origin of maize. *Ann. Rev. Genetics* 5:477-478.
- 13.- \_\_\_\_\_ 1973. Intergenomic Mapping of Maize, teosinte and tripsacum. *Evolution* 27:644-655.
- 14.- \_\_\_\_\_ 1974. The domestication and genetic erosion of maize. *Economic Botany* 28:31-37.
- 15.- Goodman, M. M. (1972). Distance analysis in biology. Institute of statistics North Carolina State University Raleigh, North Carolina. Reprint 254. Reprinted from *Systematic Zoology*. 21 (2): 174-186.
- 16.- Guzmán M., R. 1982. El teosinte en Jalisco: Su distribución y ecología. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara.
- 17.- Hernández C., J.M. 1986. Estudio de caracteres químicos del grano de las razas mexicanas de maíz y clasificación racial. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 18.- Hernández X., E. 1985. Biología Agrícola. Los conocimientos biológicos y su aplicación a la agricultura. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. pp. 24-30.
- 19.- \_\_\_\_\_ 1987. Xolocotzia. Razas de Maíz en México. Su origen, características y distribución. To mo II. *Revista de Geografía Agrícola*. UACH. pp. 614-615.
- 20.- Iltis, H.H.; Guzmán M., R.; Doebley, F.J. and Lasseigne, A. 1979. *Zea diploperennis* (Gramineae): A new Teosinte from Mexico. *Science* 203: 186-188.
- 21.- \_\_\_\_\_ and J.,F. Doebley. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). II. Subspecific categories in the Zea mays complex and a generic synopsis. *American Jour. Bot.* 67:994-1004.
- 22.- Informe anual. 1969/1970. Estudio de la constitución de los nudos cromosómicos del teocintle. *Genética y Citología. Maíz*. CIMMYT. México 6, D.F. pp. 30-31.
- 23.- Jekins, M.T. 1943. A new locality for teosinte in Mexico. *Jour. Hered.* 34:206.

- 24.- Kato Y., T.A. 1976. Cytological studies of maize (*Zea mays* L.) and teosinte (*Zea mexicana* Schrader Kuntze) in relation to their origin and evolution. Mass. Agric. Expt. Sta. Bull. 635 pp.
- 25.- \_\_\_\_\_ 1979. Segregación anormal del carácter ceroso en cruces de maíz y teocintle. *Fitotecnía. Revista de la Sociedad Mexicana de Fito-genética, A.C. Chapingo, México.* pp. 51-63.
- 26.- \_\_\_\_\_ 1984. Mecanismo de diploidización en *Zea perennis* (Hitckcock) Reeves y Mangelsdorf. *Agrociencia. Colegio de Postgraduados. Chapin go, México.*
- 27.- Mangelsdorf, P.C. and Smith, C. E. E. Jr. 1949. A discovery of remains of primitive maize in New Mexico. Botanical museum, Harvard University. pp. 39-43.
- 28.- Mangelsdorf, P.C. 1974. Corn its origin, evolution, and improvement. Belknap. Press. Harvard Univer-sity.
- 29.- \_\_\_\_\_ Lewis M., R., and Johns S. Rogers. 1981. The probalbe origin of annual tosintes. The busser institution of Harv. Univ. Publication number 10. pp. 3-37.
- 30.- \_\_\_\_\_ 1986. El origen del maíz. *Revista de In-vestigación y Ciencia. Barcelona, España. Núm. 121. Ed. Prensa Científica, S.A.* pp. 65-71.
- 31.- Mc Clintock, B.; T.A. Kato Y. y A. Blumenschein. 1981. Constitución cromosómica de las razas de maíz. *Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.* 517 pp.
- 32.- Orozco, J.L. 1979. Interrelación de poblaciones de teocin tle anual mexicano. Tesis M.C. Colegio de Post graduados, Chapingo, México.
- 33.- Podol'Skaya, A., P. 1984. Genetics of preferential ferti lization in annual teosinte. *Soviet Genetics. N.I. Valivov ALL- Union Institute of the plant Industry, Leningrad.* 20(5): 643-650.
- 34.- Reeves, R.G. and Mangelsdorf, P.C. 1942. A proposed taxo-nomic change in the tribe maydeae (family gra-mineae) *American Journal Botany* 29:815-817.

- 35.- Rzedowski, J. 1981. Vegetación en México. Editorial Limusa, S.A. México 1, D.F., primera reimposición, 397 pp.
- 36.- Ron P., J. 1977. Efecto de las radiaciones gamma de  $^{60}\text{Co}$  en las razas de maíz en México. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. ENA, Chapingo, México.
- 37.- Sánchez G., J.J. y Ordáz S., L. 1984. Reestudio de las Razas Mexicanas de Maíz. Proyecto de Investigación del programa de Recursos Genéticos. CAAVAZ, CIAB, INTA, SARH. pp. 85-111.
- 38.- \_\_\_\_\_ . 1987. Systematic and Ecogeographic studies on crop genespool. 2. El teocintle en México. Distribución y situación actual de las poblaciones. IBPGR Rome.
- 39.- Smith, J.S.C. and Goodman, M.M. 1981. A comparasion of chromosome knob frequencies between sympatric and allopatric populations of teosinte and maize. Departament of Statistics, North Carolina State University, Raleigh North Carolina 27650. Amer. Jour. Bot. 68(7): 947-954.
- 40.- Solorzano V., R. 1982. Clasificación de hábitos de crecimiento en Phaseolus vulgaris L. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 41.- Wellhausen, E.J.; L.M. Roberts and E., Hernández X., in collaboration with P.C. Mangelsdorf. 1952. Races of maize in Mexico. Bussey Inst., Harvard Univ.
- 42.- \_\_\_\_\_ ; Fuentes, O.A. y Hernández C., A. en colaboración con P.C. Mangelsdorf. 1958. Razas de Maíz de América Central. Trad. Gonzálo Blanco Macías. Oficinas de Estudios Especiales, México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto técnico Núm. 31. 168 pp.
- 43.- Wilkes, H.G. 1967. Teosinte: the closest relative of maize. Bussey Institute, Harvard University.

VIII. APENDICE



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



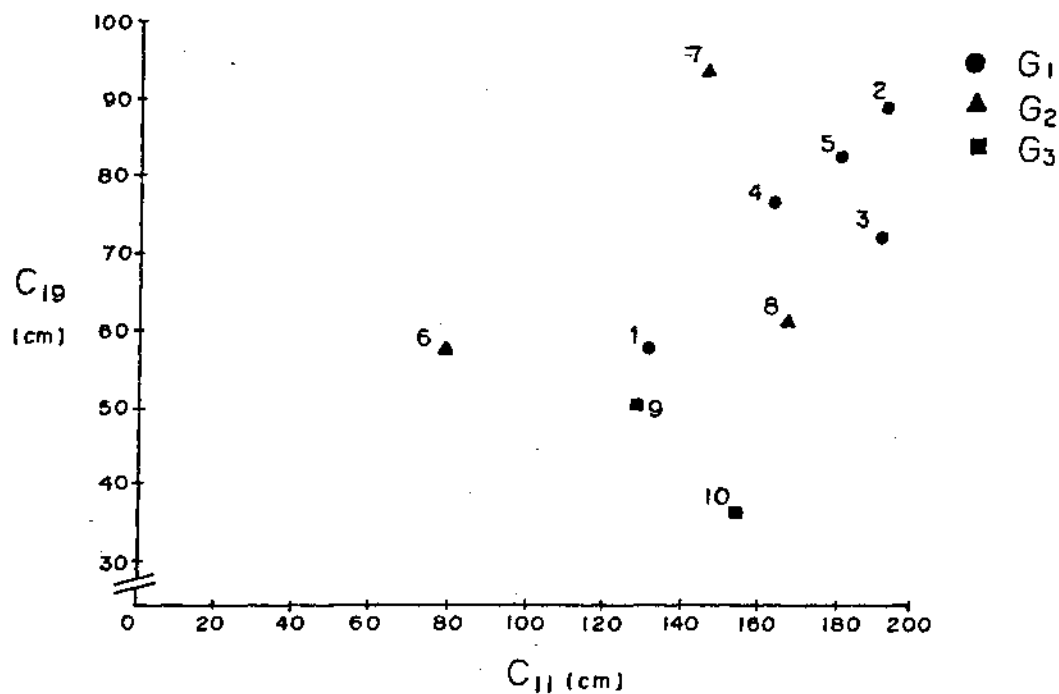


FIGURA A1. Relación de la altura de la planta ( $C_{11}$ ), respecto a la longitud de la antepenúltima rama lateral ( $C_{19}$ ).

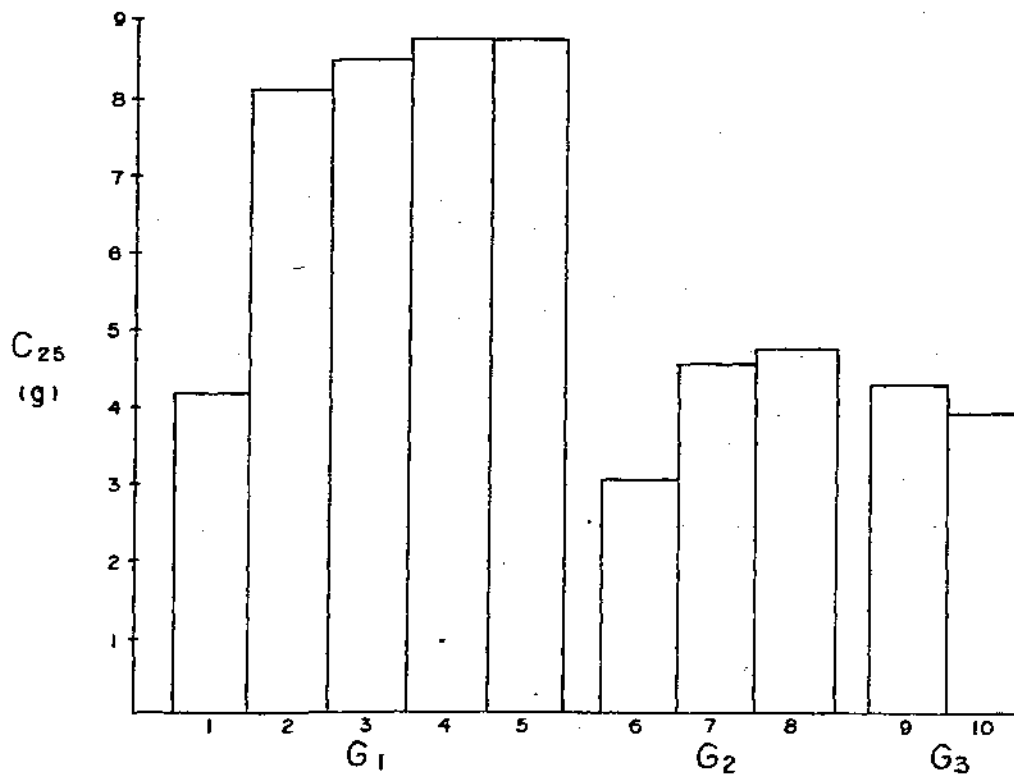


FIGURA A2. Peso de 100 granos ( $C_{25}$ ) entre subgrupos.

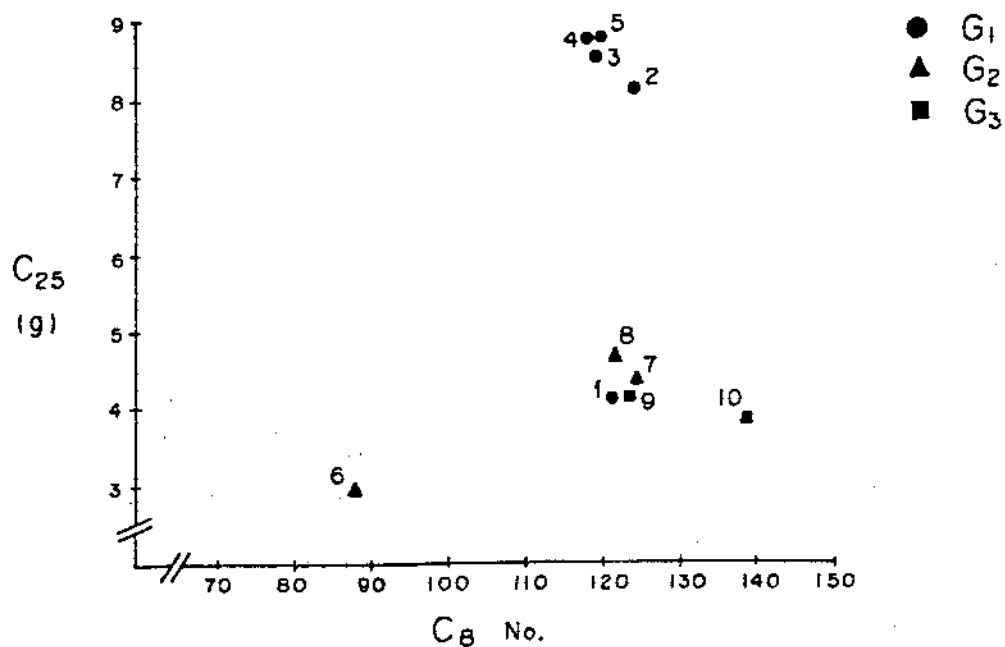


FIGURA A3. Relación de los días a madurez fisiológica ( $C_8$ ) con el peso de 100 granos ( $C_{25}$ ) para cada subgrupo.

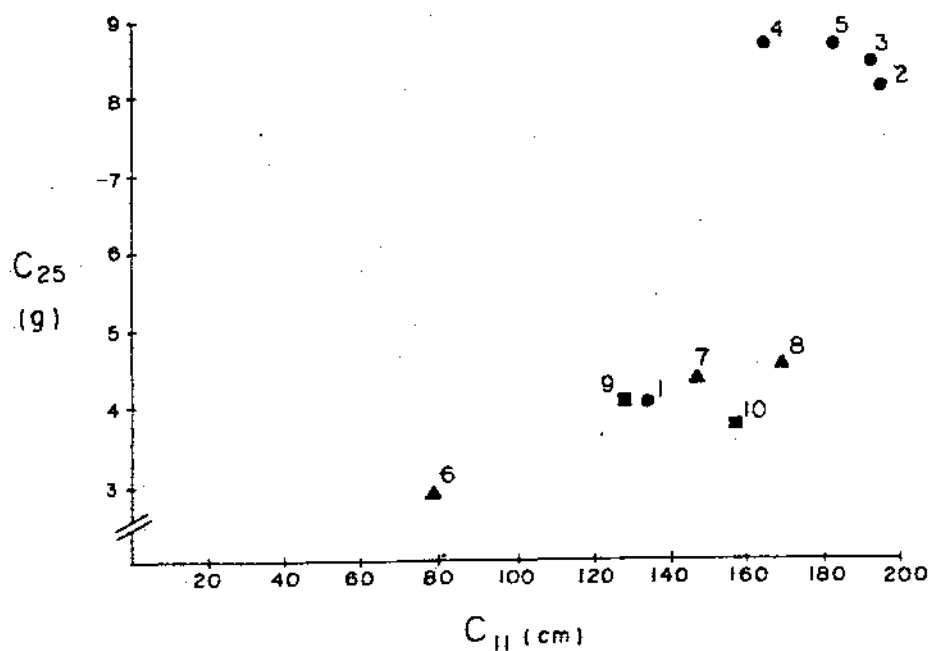


FIGURA A4. Relación de la altura de la planta ( $C_{11}$ ) respecto al peso de 100 granos ( $C_{25}$ ) para cada subgrupo.

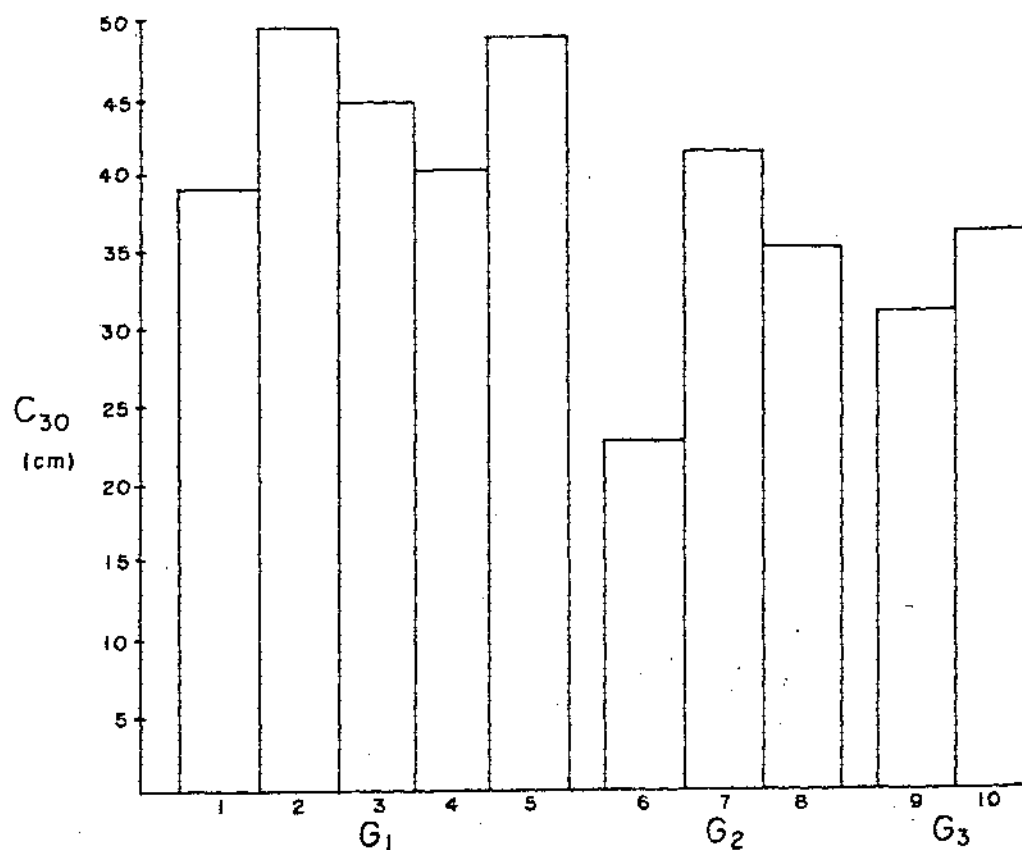


FIGURA A5. Longitud de la panícula ( $C_{30}$ ) entre subgrupos.

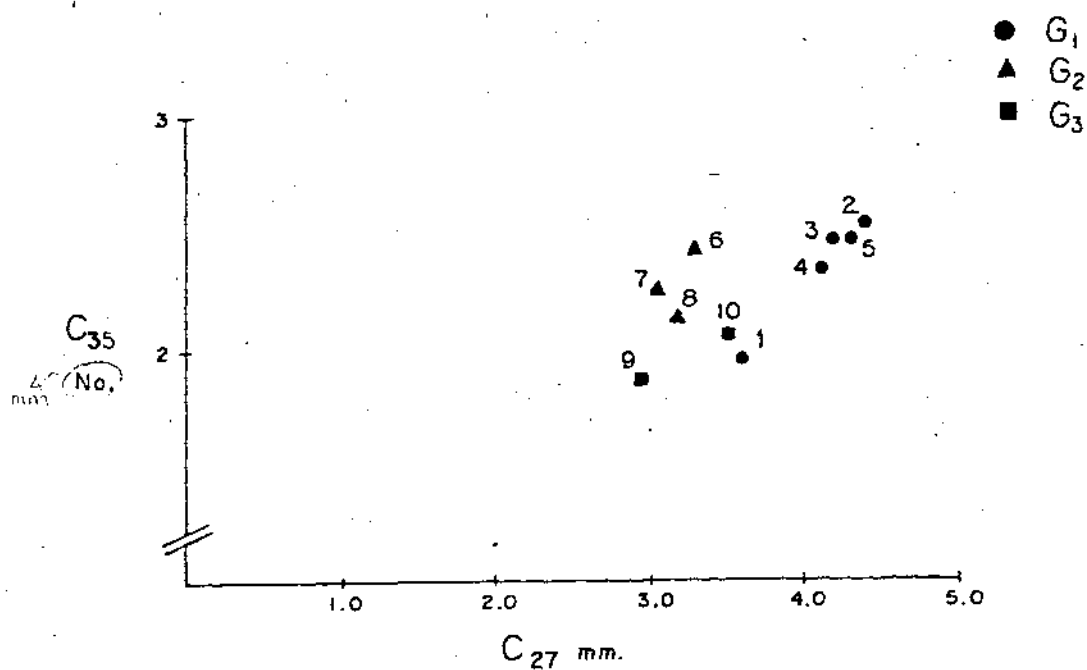


FIGURA A6. Relación del espesor de grano ( $C_{27}$ ) con el ancho de espiguilla ( $C_{35}$ ) para cada subgrupo.