



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

5
2-aj

**EFECTO DE LA EDAD EN EL
VIGOR EN SEMILLAS DE MAIZ**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A:

Guillermo Basante Butron

Director de Tesis

M.C. JOSE L. ARELLANO VAZQUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TABLA DE CONTENIDO

	PAGINA
LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCION.....	3
III. REVISION DE LITERATURA.....	5
3.1. Vigor de la Semilla.....	5
3.2. Condición Genética de la Semilla.....	6
3.3. Calidad de la Semilla.....	8
3.4. Edad de la Semilla.....	9
3.5. Factores que Influyen en el Deterioro de las Semillas.....	10
3.6. Factores que Influyen en las Pruebas de Vigor.....	13
3.7. Relación Genotipo-Ambiente en Semillas de Maíz.....	14
IV. MATERIALES Y METODOS.....	16
4.1. Características de la Semilla de Maíz del Híbrido de Riego H-131.....	16
4.1.1. Características Generales.....	16
4.1.2. Genealogía.....	16
4.2. Niveles de Antigüedad de la Semilla del Híbrido de Maíz H-131.....	17
4.3. Materiales.....	17
4.4. Fecha de Establecimiento del Presente Estudio.....	18
4.5. Establecimiento del Experimento.....	18
4.5.1. Tratamientos del Experimento.....	18
4.5.2. Desinfección de la Semilla.....	19
4.5.3. Desinfección del Material y Equipo..	19
4.5.4. Condiciones de Germinación.....	20
4.6. Toma de Datos.....	20
4.6.1. Parámetros Evaluados.....	20
4.6.1.1. Porcentaje de germinación..	20
4.6.1.2. Longitud del ápice en cm...	21

4,6,1,3.	Longitud de la radícula en cm.....	21
4.6,1.4.	Area radicular en cm ²	21
4.6.1.5.	Porcentaje de plántulas anormales.....	21
4.6.2.	Parámetros Evaluados para las Tasas de Crecimiento.....	21
4.6.2.1.	Tasa de germinación.....	21
4.6.2.2.	Tasa de crecimiento en cm/día del ápice.....	22
4.6.2.3.	Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula.....	22
4.6.2.4.	Tasa de crecimiento en cm ² /día del área radicular.....	22
4.6.2.5.	Tasa de crecimiento del número de raíces seminales por día.....	22
4.7.	Análisis de Datos.....	23
V.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
5.1.	Resultados de las Líneas Endogámicas que integran al Híbrido de Maíz H-131 de los siguientes parámetros de estudio.....	24
5.1.1.	Porcentaje de Germinación de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	24
5.1.2.	Longitud en cm del Apice de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	26
5.1.3.	Longitud en cm de la Radícula de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	28
5.1.4.	Area Radicular en cm ² de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131....	30
5.1.5.	Porcentaje de Plántulas Anormales de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	31
5.1.6.	Tasa de Germinación de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	33
5.1.7.	Tasa de Crecimiento en cm/día del Apice de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	35
5.1.8.	Tasa de Crecimiento en cm/día de la Radícula de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	37

5.1.9.	Tasa de Crecimiento en cm^2 del Area Radicular de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	39
5.1.10.	Tasa de Crecimiento del Número de Raíces Seminales por día de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	40
5.2.	Resultados de las Cruzas Simples y Dobles que integran al Híbrido de Maíz H-131, de los siguientes parámetros de estudio.....	42
5.2.1.	Porcentaje de Germinación de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	42
5.2.2.	Longitud del Apice en cm de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	43
5.2.3.	Longitud en cm de la Radícula de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	45
5.2.4.	Area Radicular en cm^2 de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	47
5.2.5.	Porcentaje de Plántulas Anormales de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	49
5.2.6.	Tasa de Germinación de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	50
5.2.7.	Tasa de Crecimiento en $\text{cm}/\text{día}$ del Apice de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131...	51
5.2.8.	Tasa de Crecimiento en $\text{cm}/\text{día}$ de la Radícula de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	53
5.2.9.	Tasa de Crecimiento en cm^2 del Area Radicular de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	54
5.2.10.	Tasa de Crecimiento del Número de Raíces Seminales por día de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131.....	55
VI.	CONCLUSIONES.....	60
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	62
VIII.	ANEXO.....	64

LISTA DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Tratamientos de la semilla según su edad y <u>condición</u> genotípica.....	19
2	Porcentaje de germinación de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.....	25
3	Media en cm de la longitud del ápice de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.....	27
4	Media en cm de la longitud de la radícula de líneas que integran al híbrido de maíz H-131..	29
5	Media en cm ² del área radicular de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.....	31
6	Porcentaje de plántulas anormales de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.....	32
7	Tasa de germinación de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.....	34
8	Tasa de crecimiento en cm/día del ápice de líneas que integran al híbrido de maíz H-131....	36
9	Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.....	38
10	Tasa de crecimiento en cm ² /día del área radicular de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.....	40
11	Tasa de crecimiento del número de raíces seminales de líneas por día que integran al híbrido de maíz H-131.....	41
12	Porcentaje de germinación de cruza <u>s</u> simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131..	43
13	Media en cm de la longitud del ápice de cruza <u>s</u> simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	44

CUADRO

PAGINA

14	Media en cm de la longitud de la radícula de cruza ^s simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	46
15	Media en cm ² del área radicular de cruza ^s simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	48
16	Porcentaje de plántulas anormales de cruza ^s simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	49
17	Tasa de germinación de cruza ^s simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	51
18	Tasa de crecimiento en cm/día del ápice de cruza ^s simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	52
19	Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de cruza ^s simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	53
20	Tasa de crecimiento en cm ² /día del área radicular de cruza ^s simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	55
21	Tasa de crecimiento del número de raíces seminales por día de cruza ^s simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	56

CUADROS DEL ANEXO

22	Porcentaje de germinación de líneas, cruza ^s simples y doble del híbrido de maíz H-131.....	65
23	Media en cm de la longitud del ápice de líneas, cruza ^s simples y doble del híbrido de maíz H-131.....	65

CUADRO

PAGINA

24	Media en cm de la longitud de la radícula de líneas, cruza simple y cruza doble del híbrido de maíz H-131.....	66
25	Media en cm ² del área radicular de líneas, cruza simple y cruza doble del híbrido de maíz H-131.....	66
26	Porcentaje de plántulas anormales de líneas, cruza simple y cruza doble del híbrido de maíz H-131.....	67
27	Tasa de germinación de líneas, cruza simple y cruza doble del híbrido de maíz H-131.....	67
28	Tasa de crecimiento en cm/día del ápice de líneas, cruza simple y cruza doble del híbrido de maíz H-131.....	68
29	Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de líneas, cruza simple y cruza doble del híbrido de maíz H-131.....	68
30	Tasa de crecimiento en cm ² /día del área radicular de líneas, cruza simple y cruza doble del híbrido de maíz H-131.....	69

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Porcentaje de germinación del híbrido de maíz H-131.....	70
2	Longitud en cm del ápice del híbrido de maíz H-131.....	71
3	Longitud en cm de la radícula del híbrido de maíz H-131.....	72
4	Area radicular en cm ² del híbrido de maíz H-131...	73
5	Porcentaje de plántulas anormales del híbrido de maíz H-131.....	74
6	Tasa de germinación en cm/día de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.....	75
7	Tasa de crecimiento en cm/día del ápice de líneas que integran al híbrido de maíz H-131....	76
8	Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de líneas que integran al híbrido de maíz H-131..	77
9	Tasa de crecimiento en cm/día del área radicular de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.	78
10	Tasa de crecimiento del número de raíces seminales por día de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.....	79
11	Tasa de germinación por día de cruza simple y doble que integran al híbrido de maíz H-131...	80
12	Tasa de crecimiento en cm/día del ápice de cruza simple y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	81
13	Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de cruza simple y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	82
14	Tasa de crecimiento en cm ² /día del área radicular de cruza simple y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	83
15	Tasa de crecimiento del número de raíces seminales por día de cruza simple y doble que integran al híbrido de maíz H-131.....	84

I. RESUMEN

En los últimos años se han implementado programas de mejoramiento genético de maíz para incrementar los rendimientos por unidad de superficie, lo cual podría lograrse mediante la combinación de genotipos de alto potencial de rendimiento y prácticas culturales que aprovechen favorablemente la presencia de los factores ambientales. En esta relación la calidad genética de la semilla es de gran importancia. Ahora bien, se sabe que las semillas de edad avanzada se presenta emergencia irregular de plántulas, lo cual puede atribuirse tanto a factores genéticos, como a ambientales. En función de lo antes mencionado y utilizando semillas con envejecimiento natural de líneas, cruzas simples y cruce doble del híbrido de riego H-131, se realizó el presente trabajo considerando los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de la edad de la semilla y su condición genética sobre el vigor, porcentaje de germinación y sobre la manifestación de plántulas anormales.
2. Determinar el efecto de la edad de la semilla y su condición genética sobre las tasas de crecimiento inicial del ápice, radícula y área radicular.

Los genotipos utilizados fueron: las líneas Hgo. 55-253, CHII-148-2-2-1, Hgo. 55-477, Hgo. 4-5-4-2-1, Hgo. 55-253 x

CHII-148-2-2-1, Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 y el H-131. Se consideraron 3 niveles de antigüedad de la semilla de 2 a 3 años, de 6 a 7 años y de 12 a 13 años.

Para lograr los objetivos se establecieron pruebas de germinación en el laboratorio de Fisiotecnia de la FES-Cuautitlán de la UNAM. Evaluándose los siguientes parámetros: longitud del ápice en cm, longitud de la radícula en cm, área radicular en cm^2 , porcentaje de germinación y porcentaje de plántulas anormales. A los 7 y 13 días después de incubación se obtuvieron las medidas y estimación de las medias aritméticas.

De acuerdo a los resultados y discusión de éstos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El vigor de las semillas de maíz disminuye por efecto del envejecimiento y éste se acentúa cuando las semillas presentan un mayor grado de endogamia; como fue el caso de las semillas CHII-148-2-2-1 e Hgo. 4-5-4-2-1; y la cruce simple de éstas.
2. El porcentaje de germinación no es una prueba de vigor con fiable.
3. El uso de tasas de crecimiento durante un período de 0 a 7 podrán emplearse para evaluar el vigor de la semilla.

II. INTRODUCCION

En los últimos años se ha brindado un apoyo a la investigación sobre mejoramiento genético del maíz, con el objeto de incrementar los rendimientos por unidad de superficie, indudablemente este rendimiento debe lograrse mediante la combinación de genotipos de alto potencial de rendimiento y de niveles que permitan su máxima expresión frente a los factores ambientales. En esta relación, la semilla no es sólo un insumo más en la producción agrícola sino que, es el insumo más delicado e importante, de ahí que, las respuestas en rendimiento obtenidas ya sea mediante una buena preparación del suelo, riego, fertilización y controles sanitarios, van a depender de la calidad genética de la semilla.

La calidad de la semilla se puede expresar como la integral de tres componentes, a saber: genético, fisiológico y sanitario. Ahora bien, estos componentes interactúan de tal forma que en semillas de edad avanzada su deterioro pueden ocasionar crecimiento irregular de plántulas.

Con la finalidad de aportar información sobre el comportamiento de dichos componentes en semillas envejecidas en forma natural, se plantea el siguiente trabajo con un carácter preliminar e indicativo, cuya información pudiera servir de guía para futuros trabajos de investigación.

Los objetivos considerados en este estudio son los siguientes:

2.1. Objetivos

1. Determinar el efecto de la edad de la semilla y su condición genética sobre el vigor, porcentaje de germinación y porcentaje de plántulas anormales.
2. Determinar el efecto de la edad de la semilla y su condición genética sobre las tasas de crecimiento inicial del ápice, radícula y área radicular.

2.2. Hipótesis

1. La edad de la semilla y su condición genética tiene un efecto detrimental sobre el vigor, porcentaje de germinación y sobre el porcentaje de plántulas anormales.
2. Las tasas de crecimiento son un parámetro confiable para evaluar el vigor en semillas de maíz envejecidas en forma natural.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Vigor de la Semilla

De acuerdo con Cramer (1976), por vigor o vitalidad debe mos entender la aptitud de un individuo para desarrollar un al to grado de sus funciones vitales. Las causas de esta apti- tud son tan complejas que cualquier intento, destinado a me- dir el vigor o vitalidad por la observación de un carácter mor- fológico, sería arbitrario; el indicio adoptado, aunque fuera expresivo, dejaría siempre de tener en cuenta una parte más o menos importante de las funciones vitales y no podría combi- nar de un modo satisfactorio todas esas funciones vitales pa- ra que sus magnitudes quedaran integradas en una sola que pu- diera servir como medida del vigor. Sin embargo la altura de la planta a falta de un índice más completo, puede servir pa- ra apreciar la vitalidad, puesto que, en general, es correla- tiva de la lozanía del individuo. Del mismo modo se puede de cir que el rendimiento es un índice de vigor.

Cramer (1976), menciona que el vigor depende de un siste- ma radical grande y eficiente, de hojas bien desarrolladas con buen suministro de clorofila, de tejidos firmes de sostén y de otras propiedades. Los genes para el vigor se reúnen en los híbridos y debido a su dominancia producen la expresión en la F₁.

Gordon (citado por Cramer, 1976), reporta que a nivel de las hojas y tallos las plantas híbridas tienen un contenido ligeramente mayor de almidón que las líneas puras. Lo mismo parece ser cierto con el contenido de azúcares; los híbridos tienen un contenido ligeramente superior de azúcares que las líneas puras, por lo menos en las hojas y durante los estadios tempranos del desarrollo. En los estadios siguientes ya no hay diferencias. Este autor indica que la única diferencia clara encontrada entre líneas puras y los híbridos es la actividad de la catalasa en los extremos del vástago; los híbridos tienen un índice mayor de actividad de la catalasa que cualquiera de sus progenitores puros. Las diferencias de la catalasa están asociadas en una mayor actividad meristemática durante el crecimiento de los híbridos.

Manguire (citado por Gelmond, 1978), concluye que el vigor de las semillas se debe a altos rangos de actividad metabólica, como resultado de una buena formación de la semilla.

3.2. Condición Genética de la Semilla

Uno de los primeros genetistas del maíz G.H. Shull, impuso el término de "heterosis" para describir el vigor híbrido que se obtiene del cruzamiento (Cramer, 1976).

Poehlman (1959), define la heterosis como vigor híbrido, e indica que un híbrido F₁ cae fuera del intervalo de sus progenitores en la manifestación de uno o varios caracteres. Generalmente vigor híbrido se aplica al porte, velocidad de cre

cimiento y a buenas características agronómicas.

El mismo Poehlman, dice que la explicación más ampliamente aceptada es la que se basa en la suposición de que el vigor híbrido es el resultado de reunir genes dominantes favorables.

Gordon (citado por Cramer, 1976), menciona que los híbridos presentan mayores tasas de crecimiento en los estadios tempranos del crecimiento post-germinativo.

El mismo Gordon citado por Cramer (1976), reporta que trabajando con líneas puras de maíz, cruza simples y dobles, encontró que los híbridos se desarrollan más rápidamente que las líneas puras durante los primeros días de germinación. Generalmente, el desarrollo ventajoso del híbrido tiene lugar muy rápidamente en los estadios tempranos de la germinación y del crecimiento, raramente se ha visto que los híbridos tengan evidencia de una mayor proporción de crecimiento en los períodos tardíos del ciclo vegetativo.

Kiesselbach (1927), reporta que existen diferencias en los requerimientos de agua entre líneas puras de maíz y los híbridos heteróticos F₁. Las líneas endogámicas, consumen más agua que los vigorosos híbridos F₁, esto fue estimado en base a la relación de agua absorbida por gramo de materia seca producida.

Donalson y Blackman (1973), trabajando con 2 líneas, hembra y macho y la cruce de éstas, encontró que el híbrido utiliza mejor las reservas alimenticias del endospermo en los pri.

meros 6 días y que las líneas desarrollaron más rápido su sistema radicular debido a la gran actividad metabólica del embrión. Además menciona que el híbrido utiliza mayor cantidad de agua para realizar sus funciones fisiológicas y una vez que empieza a fotosintetizar, se reduce la diferencia de casi todos los parámetros.

Matzinger (1953), en su estudio con líneas, cruza simple y cruza doble de maíz, evaluó rendimiento, encontrando que la cruza doble superaba a la cruza simple y a las líneas, y existiendo ligera diferencia entre la cruza simple y las líneas.

3.3. Calidad de la Semilla

García (1982), define calidad, como un término relativo, y significa el grado de excelencia. Esta calidad puede asumir una calificación de calidad de acuerdo a diferentes criterios, apariencia, uniformidad, germinación, pureza, contaminación por malezas, insectos, enfermedades, daños mecánicos, nivel de deterioro, estado de madurez y otros más.

Garay (citado por García, 1982), menciona que la calidad de la semilla también decae cuando ésta sufre el proceso natural de envejecimiento, que es inevitable en todos los sistemas biológicos. En estudios con maíz dentado y maíz cristalino (duro), que había sido almacenado durante 10 años a 30°C y 55% de humedad relativa; los resultados indicaron que hubo efectos de almacenaje en dichas condiciones, afectando la calidad

de la semilla, al observar una disminución en la altura de la planta en las primeras etapas del crecimiento.

García (1982), menciona que las condiciones de almacenaje de las semillas, influyen directamente en la calidad de éstas, siendo las más importantes la humedad y la temperatura así como la alteración de éstas en el lugar de almacenaje, existiendo además otros factores con relativa menor importancia como son: la humedad de la semilla, los insectos, la luz y las enfermedades fungosas. Entonces el mismo García concluye que la calidad de la semilla se puede expresar como la integral de tres factores o componentes: genético, sanitario y fisiológico, que al interactuar entre ellos estarán determinando en diferentes niveles la calidad de la semilla.

3.4. Edad de la Semilla

Haferkamp y otros (1953), mencionan que los factores que influyen en la longevidad de la semilla son: la especie, condiciones de almacenaje, condiciones climáticas o época en que es producida la semilla, grado de madurez y condiciones de humedad al momento de la cosecha, así como los métodos de producción y cosecha. Asimismo mencionan que semillas que han sido almacenadas con la cáscara y vainas parecen retener la viabilidad de éstas.

Haferkamp (1953), concluye que el contenido alto de humedad al momento de la cosecha afectan la viabilidad y longevidad de las semillas.

Linds (1942), encontró en pruebas de germinación de ciertas intercruzas de líneas y cruzas F₁ con almacenamiento de 5 a 12 años exhibían porcentajes de germinación en un rango de 0-90%, y que algunas intercruzas de líneas de 3-5 años de almacenamiento fallaron en la germinación. Concluyendo que existían diferencias en la manifestación de la longevidad de las semillas de intercruza de líneas e híbridos de maíz.

Fleming (1966), concluye que el porcentaje de germinación varía de acuerdo a los diferentes híbridos y éste se ve disminuido conforme mayor edad presenta la semilla.

Polania (citado por García, 1982), en un estudio con semillas de maíz, las cuales fueron expuestas a un tratamiento con calor para acelerar su envejecimiento, encontró que el porcentaje de germinación disminuye conforme aumenta el proceso de envejecimiento por calor. Concluyendo que la germinabilidad es sólo una prueba de calidad y que este deterioro por el envejecimiento afecta directamente el vigor de la semilla.

Moore (1963), estudiando con pruebas de germinación diferentes edades de la semilla, encontró que existe una muerte del embrión diferencial dentro de un mismo lote. Concluyendo que existe un deterioro por el manejo y almacenaje de las semillas y por lo tanto reduciendo la calidad de éstas.

3.5. Factores que Influyen en el Deterioro de las Semillas

Crocker y Barton (citados por Montes, 1969), mencionan

respecto a las características de la semilla que intervienen de una manera u otra en la viabilidad que la mayoría de los investigadores coinciden en que son las cubiertas seminales, el tipo de reservas alimenticias con que cuenta y la efectividad de sus sistemas enzimáticos las de más trascendencia.

Ramírez (citado por Montes, 1969), señala en su obra, que la conductividad térmica, la capacidad de absorción de agua y la naturaleza porosa del grano son propiedades que determinan el comportamiento de las semillas frente a los factores de humedad y temperatura ambiental. Siendo principalmente las condiciones ambientales que influyen en la longevidad de las semillas, la humedad relativa, que determina de manera directa el contenido de humedad de la semilla, la temperatura y la composición gaseosa de la atmósfera.

Mayer y Poljakoff (citados por Montes, 1969), dicen que en general la viabilidad se conserva mejor en casos en los que la actividad metabólica está reducida a su mínima expresión, esto es, baja temperatura y una alta concentración de bióxido de carbono. Además se acepta que las semillas pueden resistir bastante bien las condiciones externas desfavorables siempre y cuando se hallen en estado de desecación.

Crocker y Barton (citados por Montes, 1969), señalan que la manifestación más probable es la degeneración gradual de los núcleos de las células embrionarias. Esta degeneración conduce a mutaciones de diferentes clases antes de la muerte de la semilla. Además dicen que la similitud entre las muta-

ciones somáticas y cromosómicas producidas artificialmente por calentamiento e irradiación y las producidas por envejecimiento, indican que los efectos de estos tres procesos pueden ser de la misma naturaleza. Y también mencionan que la degradación de las enzimas, el agotamiento de las reservas alimenticias, la pérdida de habilidad de las moléculas proteícas inertes para recombinarse y formar moléculas activas de protoplasma, la coagulación gradual de las proteínas del embrión y la acumulación de materiales tóxicos han sido mencionados como posibles causantes del decaimiento de la viabilidad aunque, al parecer, es posible la acción acumulativa de todos ellos sea la causa del deterioro, que finalmente se reflejará en las mutaciones y la muerte posterior. Así que la pérdida de la viabilidad no es la caída brusca que conduce a la no germinación en todas las semillas de una población, y eso no implica que todos sus procesos metabólicos se destruyan.

Hunter (citado por García, 1983), menciona que el contenido de humedad de las semillas no es el factor que controla el deterioro biológico de éstas, sino más bien la humedad del aire, ya que éstas tienden a equilibrarse con el mismo.

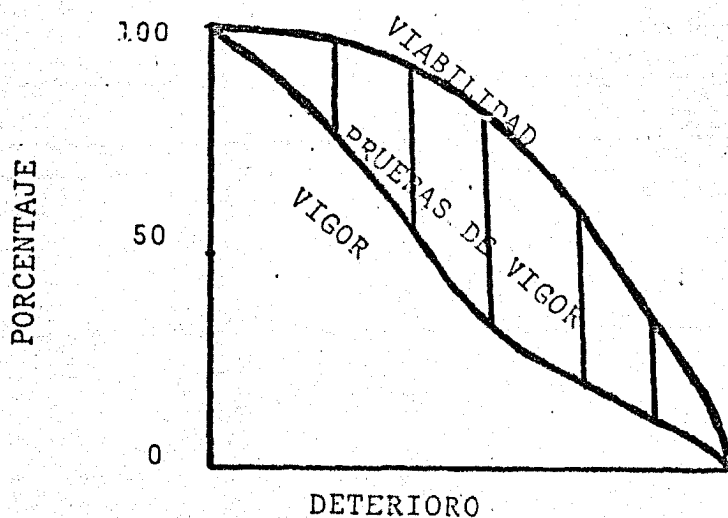
El mismo Hunter señala que existen diversos factores que afectan la calidad de la semilla, y entre los cuales menciona a las sequías, acame, plagas, enfermedades, cosecha, secado, almacenamiento, riegos, fertilización, longitud de tiempo de llenado de grano y la longevidad de las hojas.

3.6. Factores que Influyen en las Pruebas de Vigor

Flint (1944), en un estudio de germinación de semillas de maíz incubadas a diferentes rangos de temperatura, 15°-20°C y 30°-35°C, encontró que a una temperatura de 15°-20°C el crecimiento es lento así como el alargamiento del mesocótilo y que a 30°-35°C se produce un rápido incremento en la longitud del mesocótilo y plúmula.

Delouche (1962), menciona que es necesario utilizar otros criterios aparte de las pruebas de germinación y las condiciones de campo para poder definir las pruebas de vigor en semillas. Debiéndose considerar, el ataque por hongos, la viabilidad de las semillas, el grado de deterioro y el período de retardo a la germinación.

El mismo Delouche propone la siguiente figura donde relaciona el vigor y la viabilidad de las semillas con respecto a un proceso de deterioro natural de éstas, y entre la curva de vigor y la curva de viabilidad ubica a las pruebas de vigor.



Gelmond *et al.* (1978), mencionan que hasta la fecha la calidad de las semillas se ha medido en términos de pureza y habilidad de germinación; por lo tanto, estos parámetros no reflejan cuál es la calidad de las semillas así como el vigor de éstas.

También Gelmond *et al.* (1978), trabajando con semillas de sorgo, haciendo tratamientos con frío en semillas chicas y semillas grandes, encontró que el porcentaje de germinación es menor en semillas pequeñas que en semillas grandes a una temperatura de 20°-30°C, la emergencia presenta la misma relación a los 10 días, y que a temperaturas de 15°C, es menor el porcentaje de germinación en semillas grandes afectando ligeramente el frío a las semillas chicas.

3.7. Relación Genotipo-Ambiente en Semillas de Maíz

Duane (1957), menciona que existe discrepancia en el concepto de vigor en Europa y América, respecto a las pruebas de vigor en el laboratorio ya que el único parámetro que se utiliza es el porcentaje de germinación. Entonces él propone que el vigor se debe considerar desde la formación de la semilla así como las condiciones prevalecientes en el campo, evaluando el vigor de un genotipo en función del rendimiento obtenido.

García (1982), menciona que los factores de manejo de la planta madre, afecta la calidad fisiológica a través de un efecto en el contenido cuantitativo y cualitativo de las reservas

nutritivas, elementos minerales, grado de maduración y llenado de la semilla, y posiblemente también alterando otros factores no identificados. La calidad de la semilla está sujeta a cambios y estos cambios no son siempre posibles de observar visiblemente o con una simple prueba de germinación, pero sí se notan diferencias en vigor y capacidad productiva de la planta.

Además este autor menciona que la producción de semilla en zonas climáticamente diferentes, ocasiona diferencias en la calidad de la semilla, debido a la humedad y temperatura ambiental, labores culturales y tipo de suelo. Así la semilla producida en zonas con escasez de humedad durante el llenado de grano, resultarán más pequeñas, aunque frecuentemente con mayor concentración de proteínas que aquéllas que se producen en zonas de buena humedad. Estas diferencias en tamaño a su vez reflejan diferencias en vigor y capacidad de rendimiento.

IV. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fisiotecnia, de la FES-Cuautitlán, UNAM, donde se evaluó de forma cuantitativa y cualitativa el efecto de la edad y la condición genotípica sobre el vigor de las semillas de maíz del híbrido de riego H-131.

4.1. Características de la Semilla de Maíz del Híbrido de Riego H-131

4.1.1. Características Generales

El híbrido de maíz H-131 es un material tardío y de riego, que presenta plantas altas de 2.50 a 3.00 m, sus tallos son de color verde con vainas moradas, presenta un ciclo vegetativo de 180 días para alcanzar la madurez, la floración fluctúa entre los 100 y 105 días, teniendo mazorcas típicas de la Raza Chalqueño y de forma cónica definida, es de grano del tipo dentado y de forma alargada, de color blanco cremoso y segregantes amarillos (PRONASE).

4.1.2. Genealogía

Formado por la cruce de cuatro líneas de la Raza Chalqueño, la Hgo. 55-253, CHII-148-2-2-1, Hgo. 55-477 y la Hgo. 4-

5-4-2-1. De los cuales se obtuvieron las cruzas simples por el cruzamiento de las líneas Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 y la Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1; y de estas cruzas simples se obtuvo la cruzada doble H-131.

4.2. Niveles de Antigüedad de la Semilla del Híbrido de Maíz H-131

Para el presente estudio se consideraron tres niveles de antigüedad de la semilla, para cada uno de los progenitores del híbrido H-131:

Nivel	a)	2	a	3 años	(1980 - 1981)
	b)	6	a	7 años	(1976 - 1977)
	c)	12	a	13 años	(1970 - 1971)

4.3. Materiales

- Vasos de precipitados de 200 ml
- Papel de estraza (toallas sanitas)
- Marcadores
- Lápiz
- Regla de 50 cm
- Cinta métrica de 1 m
- Libreta de 100 hojas
- Jerga
- Hipoclorito de sodio

- Formaldehído
- Jabón
- Germinadora (seedburo)
- Termómetro de 100°C

4.4. Fecha de Establecimiento del Presente Estudio

El presente estudio fue establecido el día 9 de marzo de 1983 y concluyó el 18 de abril del mismo año.

4.5. Establecimiento del Experimento

El experimento se realizó en función de la disponibilidad de semilla y cubriendo los objetivos, del nivel de antigüedad, como el de los progenitores, utilizando dos repeticiones de 50 semillas.

Primero se procedió a germinar la semilla de mayor edad de 12 a 13 años (1970-1971) posteriormente la semilla de 6 a 7 años (1976-1977) y por último la semilla de 2 a 3 años (1980-1981).

4.5.1. Tratamientos del Experimento

Los tratamientos del experimento de la semilla según su edad y condición genotípica, aparecen en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Tratamientos de la semilla según su edad y condición genotípica.

Genealogía	Número de tratamiento por antigüedad		
	1970-1971	1976-1977	1980-1981
Hgo. 55-253	1	8	15
CHII-148-2-2-1	2	9	16
Hgo. 55-477	3	10	17
Hgo. 4-5-4-2-1	4	11	18
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	5	12**	19
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	6*	13**	20
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 x Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 =	7	14	21

* Semilla de 13 a 14 años (1969-1970)

** Semilla de 7 a 8 años (1975-1976)

4.5.2. Desinfección de la Semilla

La semilla del híbrido de maíz H-131, se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante un minuto y posteriormente se lavó con agua esterilizada.

4.5.3. Desinfección del Material y Equipo

La desinfección del equipo se realizó lavando la germinadora con una solución de hipoclorito de sodio al 40% más jabón, posteriormente se dejó expuesta a vapores de formaldehído.

do durante 48 horas. La germinadora se utilizó 5 días después.

4.5.4. Condiciones de Germinación

La semilla dentro de la germinadora, se puso en charolas cubiertas con papel de estraza para cada tratamiento y fueron cubiertas por otro papel de estraza previamente humedecido, la temperatura fue de $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ y una humedad relativa de aproximadamente el 85%.

Dentro de la germinadora, cada tratamiento se le cambió la posición para tratar de reducir el efecto de los diferentes estratos de humedad.

Se le proporcionó la humedad suficiente diariamente, mojado el papel con un vaso de precipitados con 50 ml de agua.

4.6. Toma de Datos

4.6.1. Parámetros Evaluados

4.6.1.1. Porcentaje de germinación. Este se realizó al cuantificar el número de semillas germinadas hasta los ocho días de incubación y haciendo la relación de 50 semillas es al 100%. Se consideró una semilla germinada cuando hubo una emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión.

4.6.1.2. Longitud del ápice en cm. Esta medición se realizó a los 7 y 13 días a partir de la emisión del mesocótilo y coleóptilo hasta la base de la semilla en cm.

4.6.1.3. Longitud de la radícula en cm. Esta medición se realizó a los 7 y 13 días a partir de la emisión de la raíz primaria y radícula en cm.

4.6.1.4. Area radicular en cm^2 . Esta medición se realizó a los 7 y 13 días y se procedió a efectuar una cuadrícula de 1 cm, y sobreponiendo la raíz sobre esta cuadrícula se cuantificó el área que cubría la raíz aproximadamente.

4.6.1.5. Porcentaje de plántulas anormales. Esta se realizó al cuantificar el número de plántulas anormales y haciendo la relación de 50 semillas es al 100%. Se consideró una planta anormal cuando hubo carencia de alguna de las estructuras esenciales y cuando la relación raíz-ápice no fuera en una proporción aproximada de 2:1.

4.6.2. Parámetros Evaluados para las Tasas de Crecimiento

4.6.2.1. Tasa de germinación. Esta medición se realizó al cuantificar el número de semillas que germinaron por día durante un período de 8 días y haciendo la relación correspondiente en porcentaje.

4.6.2.2. Tasa de crecimiento en cm/día del ápice. Esta se realizó al medir el crecimiento del mesocótilo-coleóptilo diariamente de 5 plantas tomadas al azar de cada una de las repeticiones en cm y obteniendo la media aritmética.

4.6.2.3. Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula. Esta se realizó al medir diariamente el crecimiento de la raíz primaria de 5 plantas tomadas al azar de cada una de las repeticiones en cm y obteniendo la media aritmética.

4.6.2.4. Tasa de crecimiento en $\text{cm}^2/\text{día}$ del área radicular. Esta medición se obtuvo de la medición total y de la población a los 7 y 13 días donde se obtuvieron las medias aritméticas y se presentan gráficamente.

4.6.2.5. Tasa de crecimiento del número de raíces seminales por día. Esta medición se realizó al cuantificar diariamente el número de raíces seminales de 5 plantas tomadas al azar por repetición y obteniendo las medias aritméticas.

El análisis de datos para presentar los cuadros de las tasas de crecimiento, se realizó considerando el crecimiento máximo obtenido a los 13 días de cada parámetro estudiado y se presentan por lo tanto en crecimiento/día.

Para representar gráficamente los resultados obtenidos de las tasas de crecimiento se procedió a tomar como puntos básicos a los días 3, 5, 7, 10 y 13 y considerando a los puntos 7

y 13 como puntos donde se conoce la tasa de crecimiento promedio de la población.

4.7. Análisis de Datos

De cada uno de los parámetros estudiados, se obtuvieron las medias aritméticas y porcentajes que aparecen en los cuadros y además se presentaron gráficamente.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

A partir de los resultados obtenidos se calcularon las medias aritméticas y los porcentajes de cada parámetro de estudio, a los 13 días de incubación de la semilla.

Los resultados de las tasas de crecimiento, fueron obtenidos a partir del crecimiento máximo entre el período de incubación, para cada parámetro de estudio.

5.1. Resultados de las Líneas Endogámicas que integran al Híbrido de Maíz H-131 de los siguientes parámetros de estudio

5.1.1. Porciento de Germinación de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131

La línea Hgo. 55-253 de una autofecundación presentó un porciento de germinación similar para las semillas de las tres edades estudiadas, siendo del 91% para las semillas de 13 y 7 años de edad, y el 95% en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 2, Gráficas 1A, 1B y 1C).

La semilla de la línea CHII-148-2-2-1 de cuatro autofecundaciones manifestó un decremento conforme mayor es la edad de la semilla, siendo del 43% en la semilla de 13 años, del 55% en la semilla de 7 años de edad, y del 83% para la semilla de 3 años de edad (Cuadro 2, Gráficas 1A, 1B y 1C).

La línea Hgo. 55-477 de una autofecundación observó un porcentaje de germinación aproximado para las tres edades estudiadas, siendo del 89% en la semilla de 13 años, del 93% en la semilla de 7 años y del 95% en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 2, Gráficas 1A, 1B y 1C).

La semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 observó un bajo porcentaje de germinación en la semilla de 13 años con el 15%, la semilla de 7 años un 55% y para la semilla de 3 años de edad un 87% (Cuadro 2, Gráficas 1A, 1B y 1C).

CUADRO 2. Porcentaje de germinación de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			\bar{X}
	13	7	3	
Hgo. 55-253	91	91	95	92.33
CHII-148-2-2-1	43	55	83	60.33
Hgo. 55-477	89	93	95	92.33
Hgo. 4-5-4-2-1	15	55	87	52.33
\bar{X}	59.5	73.5	90.0	

Porcentajes obtenidos de 2 repeticiones de 50 semillas

En base a estos datos se puede inferir que a mayor grado de endogamia, caso de las líneas CHII-148-2-2-1, e Hgo. 4-5-4-2-1, el efecto por envejecimiento se mostró más severo en relación a la germinación, concordando con los estudios realizados por Linds (1942), que encuentra rangos de germinación

de 0-90% en semilla de 7-13 años, aunque en este caso no hubo abatimiento total de la germinación en las líneas estudiadas, esto debido posiblemente a que existió una degeneración y muerte diferencial de las células embrionarias como lo mencionan Crocker y Barton (citados por Montes, 1969).

5.1.2. Longitud en cm del Apice de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131

La línea Hgo. 55-253 de 13 años de edad presentó un crecimiento promedio del ápice de 7.86 cm, mientras que la semilla de 7 años de edad tuvo una media del ápice de 10.61 cm, y disminuyendo considerablemente el valor promedio en la semilla de 3 años con 6.55 cm (Cuadro 3, Gráficas 2A, 2B y 2C).

La semilla de la línea CHII-148-2-2-1 observó un crecimiento promedio del ápice de 9.10 cm en la semilla de 13 años de edad, 9.83 cm en la semilla de 7 años, y de 6.73 cm para la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 3, Gráficas 2A, 2B y 2C).

La semilla de la línea Hgo. 55-477 observó un crecimiento promedio del ápice de 8.83 cm en la semilla de 13 años, de 8.24 cm en la semilla de 6 años, y decreciendo ligeramente el valor promedio para la semilla de 3 años de edad con 7.60 cm (Cuadro 3, Gráficas 2A, 2B y 2C).

La semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 observó un crecimiento promedio del ápice de 6.32 cm la semilla de 13 años, la

semilla de 7 años tuvo una media de 8.22 cm, y decreciendo ligeramente el promedio para la semilla de 3 años de edad con 6.65 cm (Cuadro 3, Gráficas 2A, 2B, 2C).

CUADRO 3. Media en cm de la longitud del ápice de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			\bar{X}
	13	7	3	
Hgo. 55-253	7.864	10.617	6.551	8.334
CHII-148-2-2-1	9.107	9.835	6.732	8.558
Hgo. 55-477	8.830	8.248	7.605	8.227
Hgo. 4-5-4-2-1	6.320	8.228	6.657	7.068
\bar{X}	8.030	9.232	6.886	

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

Podemos decir que la longitud del ápice presenta un ligero decremento en sus promedios por el efecto del envejecimiento, y la línea Hgo. 4-5-4-2-1 es la que mayor efecto por la edad presentó, esto debido a su mayor grado de endogamia. Este crecimiento del ápice se reduce considerablemente en las cuatro líneas a la edad de 3 años, presentando quizá un envejecimiento acelerado por el deterioro de la semilla como lo señala Garay (citado por García, 1982), esto debido a factores que alteraron el funcionamiento fisiológico y enzimático como lo señalan Mayer y Poljakoff lo mismo que Crocker y Barton (citados por Montes, 1969), García (1982) y Flint (1944); los cuales pudieron ser las condiciones de almacenamiento o por la

exposición prolongada de la semilla al Bromuro de Metilo.

5.1.3. Longitud en cm de la Radícula de Líneas que in
tegran al Híbrido de Maíz H-131

La línea Hgo. 55-253 presentó un crecimiento promedio de la radícula de 6.32 cm en la semilla de 13 años, incrementándose el valor medio en la semilla de 7 años con 12.91 cm, y a su vez se redujo el valor medio en la semilla de 3 años de edad con 7.55 cm (Cuadro 4, Gráficas 3A, 3B y 3C).

La semilla de la línea CHII-148-2-2-1 observó un crecimiento promedio de la radícula de 3.93 cm en la semilla de 13 años, incrementándose el valor medio para la semilla de 7 años con 12.51 cm, y disminuyendo el promedio de crecimiento en la semilla de 3 años con 6.70 cm (Cuadro 4, Gráficas 3A, 3B y 3C).

La semilla de la línea Hgo. 55-477 presentó un crecimiento similar a las dos líneas anteriores en su crecimiento promedio de la radícula, esto es, la semilla de 7 años presentó el mayor valor medio con 14.16 cm, le siguió la semilla de 3 años con 8.46 cm, y por último la semilla más vieja de 13 años con un valor medio de la radícula de 7.25 cm (Cuadro 4, Gráficas 3A, 3B y 3C).

La semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 manifestó un crecimiento promedio de la radícula muy bajo en la semilla de 13 años con 0.75 cm, e incrementándose el valor medio en la semilla de 7 años con 8.22 cm, y disminuyendo para la semilla de 3 años con 4.83 cm (Cuadro 4, Gráficas 3A, 3B y 3C).

CUADRO 4. Media en cm de la longitud de la radícula de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			\bar{X}
	13	7	3	
Hgo. 55-253	6.320	12.914	7.557	8.930
CHII-148-2-2-1	3.397	12.519	6.708	7.721
Hgo. 55-477	7.255	14.164	8.466	9.968
Hgo. 4-5-4-2-1	0.750	8.228	4.835	4.600
\bar{X}	4.565	11.956	6.891	

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

Se puede observar que las líneas con mayor grado de endogamia son más afectadas en la longitud de la radícula, por efecto del envejecimiento de 13 años, y corresponden a las líneas CHII-148-2-2-1 e Hgo. 4-5-4-2-1. Además para la edad de 7 años la línea Hgo. 4-5-4-2-1 mostró diferencia con respecto a las de su misma edad. Pero en la edad de 3 años la semilla de las cuatro líneas presentaron crecimientos de la radícula en promedio menores que para las otras dos edades, debido quizá a la gran muerte de células embrionarias que dan origen a la radícula, ya que no hubo emisión de ésta en una buena parte de la población, ver cuadro plántulas anormales (como lo señalan Crocker y Barton (citados por Montes, 1969)). Esto quizá a la aplicación de Bromuro de Metilo por un tiempo prolongado.

5.1.4. Area Radicular en cm^2 de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131

La línea Hgo. 55-253 observó un crecimiento promedio del área radicular de 17.10 cm^2 en la semilla de 13 años, y el valor promedio más alto correspondió a la semilla de 7 años con 26.32 cm^2 , y para la semilla de 3 años 14.45 cm^2 (Cuadro 5, Gráficas 4A, 4B y 4C).

La línea CHII-148-2-2-1 manifestó un desarrollo del área radicular en promedio similar para las semillas de 13 y 3 años de edad con 8.86 cm^2 y 8.89 cm^2 respectivamente, y teniendo su valor más alto la semilla de 7 años con 21.62 cm^2 (Cuadro 5, Gráficas 4A, 4B y 4C).

En la semilla de la línea Hgo. 55-477 se observó un desarrollo del área radicular promedio de 16.40 cm^2 en la semilla de 13 años, de 26.19 cm^2 en la semilla de 7 años, y reduciéndose el valor promedio para la semilla de 3 años con un valor de 17.59 cm^2 (Cuadro 5, Gráficas 4A, 4B y 4C).

La semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 presentó un desarrollo del área radicular de 11.05 cm^2 en la semilla más vieja de 13 años, de 22.82 cm^2 en la semilla de 7 años y de 9.40 cm^2 en la semilla de 3 años, que tuvo el valor promedio más bajo (Cuadro 5, Gráficas 4A, 4B y 4C).

CUADRO 5. Media en cm^2 del área radicular de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			\bar{X}
	13	7	3	
Hgo. 55-253	17.102	26.321	14.454	19.292
CHII-148-2-2-1	8.869	21.629	8.898	13.132
Hgo. 55-477	16.409	26.199	17.591	20.066
Hgo. 4-5-4-2-1	11.050	22.826	9.405	14.427
\bar{X}	13.357	24.243	12.587	

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

Las líneas CHII-148-2-2-1 e Hgo. 4-5-4-2-1 se vieron más afectadas por el efecto del envejecimiento debido a su mayor grado de endogamia, pero aun se vieron más afectadas a la edad de 3 años que las otras dos líneas, esto debido a la poca emisión de radículas, lo que por consiguiente redujo el área radicular en promedio. Esto se debió a un deterioro de células embrionarias que pudo haber sido por diversos factores como lo señalan Crocker y Barton (citados por Montes, 1969), y García (1982), y como antes se mencionó la posible causa.

5.1.5. Porcentaje de Plántulas Anormales de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131

La semilla de la línea Hgo. 55-253 observó un alto porcentaje de plántulas anormales con un 71% en la semilla de 13 años de edad, 7% en la semilla de 7 años, en la semilla de 3

años de edad no presentó plántulas anormales (Cuadro 6, Gráficas 5A, 5B y 5C).

La semilla de la línea CHII-148-2-2-1 se manifestó con un 22% de plántulas anormales en la semilla más vieja de 13 años, del 6% y 3% para las semillas de 7 y 3 años respectivamente (Cuadro 6, Gráficas 5A, 5B y 5C).

En la semilla de la línea Hgo. 55-477 presentó un porcentaje de plántulas anormales del 36% en la semilla de mayor edad, de 27% en la de 7 años y de un 5% en la semilla más joven de 3 años (Cuadro 6, Gráficas 5A, 5B y 5C).

La semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 observó porcentajes de plántulas anormales muy bajos, siendo del 8% en la semilla de 13 años, 3% en la semilla de 7 años, y teniendo el valor promedio más alto la semilla más joven con un 9% (Cuadro 6, Gráficas 5A, 5B y 5C).

CUADRO 6. Porcentaje de plántulas anormales de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			\bar{X}
	13	7	3	
Hgo. 55-253	71	7	—	26.00
CHII-148-2-2-1	22	6	3	10.33
Hgo. 55-477	36	27	5	22.66
Hgo. 4-5-4-2-1	8	3	9	6.66
\bar{X}	34.25	10.75	4.25	

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

Podemos decir que a un grado mayor de endogamia debido a lo que se menciona en el párrafo anterior, el efecto de envejecimiento se acentúa, en mayor o menor grado, en alguno o algunos de los órganos vitales de las plántulas. El mayor efecto se observa en las líneas CHII-148-2-2-1, Hgo. 55-253 y Hgo. 55-477 de 13 años de edad, quizás debido a un deterioro de la semilla por el proceso de envejecimiento, dando lugar a un deterioro de las células embrionarias en forma gradual y diferencial como lo mencionan Crocker y Barton (citados por Montes, 1969), y como antes se mencionó la posible causa.

5.1.6. Tasa de Germinación de Líneas que integran el Híbrido de Maíz H-131

La semilla de la línea Hgo. 55-253 presentó una tasa de germinación del 11.37% para la semilla de 13 años, incrementándose para la semilla de 7 años con 15.16%, y superando a ambas edades la semilla de 3 años con un 31.66% (Cuadro 6A, Gráfica 6A).

En la semilla de la línea CHII-148-2-2-1 se observó que la menor tasa de germinación la presentó la semilla de 13 años con 5.37% e incrementándose para la semilla de 7 años con 9.16% y teniendo el valor más alto la semilla de 3 años con 20.75% (Cuadro 7, Gráfica 6B).

La semilla de la línea Hgo. 55-477 se manifestó de manera similar a las dos líneas anteriores, teniendo la tasa de germinación la semilla de 13 años con 11.12%, de 18.60% la semilla de 7 años y 20.75% la semilla de 3 años (Cuadro 8, Gráfica 6C).

7 años y de 19% en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 7, Gráfica 6C).

En la semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 se observó una tasa de germinación muy baja para la semilla de 13 años con 1.87%, e incrementándose para la semilla de 7 años con un 13.75%, y del 21.75% en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 7, Gráfica 6D).

CUADRO 7. Tasa de germinación de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			\bar{X}
	13	7	3	
Hgo. 55-253	11.375	15.166	31.666	19.402
CHII-148-2-2-1	5.375	9.166	20.750	11.763
Hgo. 55-477	11.125	18.600	19.000	16.241
Hgo. 4-5-4-2-1	1.875	13.750	21.750	12.468
\bar{X}	7.437	14.170	23.291	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

Las mayores tasas de germinación se registran en semillas de menor envejecimiento está afectando considerablemente a aquellas líneas de mayor grado de endogamia, como es el caso de las líneas CHII-148-2-2-1 e Hgo. 4-5-4-2-1. Además se observa que a mayor grado de envejecimiento se alarga el período de germinación de las semillas, como lo muestran las gráficas (6A, 6B, 6C, 6D) y este efecto se acentúa en aquellas lí-

neas con mayor grado de endogamia antes mencionadas; esto debido a un desequilibrio en el metabolismo enzimático de las semillas como lo menciona Linds (1942).

5.1.7. Tasa de Crecimiento en cm/día del Apice de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131

En la semilla de la línea Hgo. 55-253 se presentó una tasa de crecimiento del ápice de 0.604 cm en la semilla de 13 años de edad, de 0.816 cm en la semilla de 7 años, y de 0.503 cm en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 8, Gráfica 7A).

La semilla de la línea CHII-148-2-2-1 observó una tasa de crecimiento del ápice de 0.70 cm a los 13 años de edad, de 0.756 cm a los 7 años, y reduciéndose esta tasa para la semilla de 3 años de edad con 0.517 cm (Cuadro 8, Gráfica 7B).

Para la semilla de la línea Hgo. 55-477 se presentaron las siguientes tasas de crecimiento del ápice, 0.679 cm en la semilla de 13 años, 0.634 cm en la de 7 años y de 0.585 cm en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 8, Gráfica 7C).

En la semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 se observó una tasa de crecimiento del ápice en forma similar a la línea anterior, siendo de 0.486 cm en la semilla de 13 años, de 0.632 cm en la de 7 años, reduciéndose el valor de esta tasa de crecimiento para la semilla más joven de 3 años de edad con 0.512 cm (Cuadro 8, Gráfica 7D).

CUADRO 8. Tasa de crecimiento en cm/día del ápice de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	0.604	0.816	0.503	0.641
CHII-148-2-2-1	0.700	0.756	0.517	0.657
Hgo. 55-477	0.679	0.634	0.585	0.632
Hgo. 4-5-4-2-1	0.486	0.632	0.512	0.543
\bar{X}	0.617	0.709	0.529	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

Podemos decir que la tasa de crecimiento del ápice se disminuye ligeramente conforme mayor grado de envejecimiento, y acentuándose este efecto en la línea Hgo. 4-5-4-2-1 por presentar mayor endogamia, como lo menciona Garay (citado por Garcia, 1982), aunque la tasa de crecimiento es aun menor para la semilla de 3 años de edad, esto debido a factores que deterioraron en diferente grado el metabolismo enzimático y por lo tanto la calidad de la semilla como lo menciona García (1982), Crocker y Barton (citados por Montes, 1969); y esta deterioración conduce a una expresión diferencial del vigor en las semillas de las tres edades estudiadas como se puede observar en las gráficas (7A, 7B, 7C y 7D).

5.1.8. Tasa de Crecimiento en cm/día de la Radícula de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131

La línea Hgo. 55-253 presentó una tasa de crecimiento de la radícula de 0.486 cm en la semilla de 13 años, de 0.993 cm en la de 7 años, y de 0.581 cm en la semilla más joven de 3 años (Cuadro 9, Gráfica 8A).

En la semilla de la línea CHII-148-2-2-1 se observó una tasa de crecimiento de la radícula de 0.302 cm en la semilla de 13 años de edad, de 0.963 cm en la de 7 años, y de 0.516 cm en la semilla de 3 años de edad (Cuadro 9, Gráfica 8B).

La semilla de la línea Hgo. 55-477 presentó una tasa de crecimiento de la radícula de 0.558 cm en la semilla de 13 años, de 1.089 cm en la semilla de 7 años siendo la tasa más alta, y de 0.651 cm en la semilla de 3 años de edad (Cuadro 9, Gráfica 8C).

La semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 presentó una tasa de crecimiento de la radícula de 0.057 cm en la semilla de 13 años, de 0.632 cm en la de 7 años, y con 0.371 cm en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 9, Gráfica 8D).

CUADRO 9. Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	0.484	0.993	0.581	0.686
CHII-148-2-2-1	0.302	0.963	0.516	0.593
Hgo. 55-477	0.558	1.089	0.651	0.766
Hgo. 4-5-4-2-1	0.057	0.632	0.371	0.353
\bar{X}	0.350	0.919	0.529	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

La tasa de la radícula es afectada por el proceso del envejecimiento y este efecto se acentúa en las líneas de mayor grado de endogamia, como es el caso de las líneas CHII-148-2-2-1 e Hgo. 4-5-4-2-1, además existió un efecto de menores tasas en semillas de 3 años, esto debido al deterioro de la semilla, ya que hubo semillas que no emitieron la radícula. En la semilla de 7 años la línea Hgo. 55-477 mostró una tasa de crecimiento superior en las tres edades en comparación con las otras tres líneas, y a su vez fue la menos afectada por la edad de 13 años, como lo muestran las gráficas (8A, 8B, 8C y 8D).

5.1.9. Tasa de Crecimiento en cm^2 del Area Radicular de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131

La línea Hgo. 55-253 presentó una tasa de crecimiento del área radicular de 1.315 cm^2 en la semilla de 13 años de edad, de 2.024 cm^2 en la de 7 años, y de 1.111 cm^2 en la semilla de 3 años de edad (Cuadro 10, Gráfica 9A).

La semilla de la línea CHII-148-2-2-1 manifestó una tasa de crecimiento de la radícula de 0.682 cm^2 en la semilla más vieja, de 1.663 cm^2 en la de 7 años, y de 0.684 cm^2 en la semilla más joven (Cuadro 10, Gráfica 9B).

La semilla de la línea Hgo. 55-477 presentó una tasa de 1.262 cm^2 en la semilla de 13 años, de 2.015 cm^2 en la semilla de 7 años, y de 1.353 cm^2 en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 10, Gráfica 9C).

La semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 observó una tasa de crecimiento del área radicular de 0.850 cm^2 en la semilla más vieja de 13 años de edad, de 1.755 cm^2 en la semilla de 7 años de edad, y de 0.723 cm^2 en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 10, Gráfica 9D).

CUADRO 10. Tasa de crecimiento en $\text{cm}^2/\text{día}$ del área radicular de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	1.315	2.024	1.111	1.483
CHII-148-2-2-1	0.682	1.663	0.684	1.009
Hgo. 55-477	1.262	2.015	1.353	1.543
Hgo. 4-5-4-2-1	0.850	1.755	0.723	1.109
\bar{X}	1.027	1.864	0.967	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

Las menores tasas de crecimiento del área radicular se presentaron en las líneas CHII-148-2-2-1 e Hgo. 4-5-4-2-1 por efecto del envejecimiento y su mayor grado de endogamia, aunque la semilla de 3 años de edad presentó las menores tasas de crecimiento del área radicular, debido al deterioro que sufrió la semilla posiblemente durante su manejo y almacenaje como lo señala García (1982), estas tasas de crecimiento se aprecian mejor en las gráficas (9A, 9B, 9C y 9D).

5.1.10. Tasa de Crecimiento del Número de Raíces Seminales por día de Líneas que integran al Híbrido de Maíz H-131

La semilla de la línea Hgo. 55-253 presentó una tasa de crecimiento de raíces seminales de 0.307 para la semilla de 13 años de edad, de 0.384 para la semilla de 7 años de edad, y teniendo el valor más alto la semilla más joven de 3 años de edad con 0.461 (Cuadro 11, Gráfica 10A).

La semilla de la línea CHII-148-2-2-1 observó una tasa de crecimiento de raíces seminales de 0.230 en la semilla más vieja de 13 años, de 0.384 en la semilla de 7 años, y de 0.384 en la semilla de 3 años de edad (Cuadro 11, Gráfica 10B).

La semilla de la línea Hgo. 55-477 observó una tasa de crecimiento de raíces seminales de 0.346 en la semilla de 13 años de edad, de 0.307 en la de 7 años, y de 0.384 en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 11, Gráfica 10C).

La semilla de la línea Hgo. 4-5-4-2-1 observó una tasa de crecimiento de raíces seminales de 0.384 en la semilla de mayor edad, y de 0.461 en la semilla de 3 y 7 años de edad (Cuadro 11, Gráfica 10D).

CUADRO 11. Tasa de crecimiento del número de raíces seminales por día de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	0.307	0.384	0.461	0.384
CHII-148-2-2-1	0.230	0.384	0.384	0.332
Hgo. 55-477	0.346	0.307	0.384	0.345
Hgo. 4-5-4-2-1	0.384	0.461	0.461	0.435
\bar{X}	0.316	0.384	0.422	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

Las líneas CHII-148-2-2-1 e Hgo. 55-477 presentaron menores tasas de crecimiento de raíces seminales por efecto de la edad en comparación con las demás edades, y la línea Hgo. 4-5-4-2-1 presentó mayores tasas de crecimiento, quizá debido a que también presentó tasas muy bajas de radícula y área radicular siendo así una respuesta fisiológica al emitir mayor número de raíces seminales, o sea que en forma indirecta estos valores sí son afectados según su grado de endogamia por efecto del envejecimiento como lo muestran las gráficas correspondientes.

5.2. Resultados de las Cruzas Simples y Dobles que integran al Híbrido de Maíz H-131, de los siguientes parámetros de estudio

5.2.1. Porcentaje de Germinación de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131

La cruz simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 observó un porcentaje de germinación del 81% en la semilla de 13 años, de 88% en la semilla de 8 años de edad, y del 98% en la semilla más joven (Cuadro 12, Gráficas 1A, 1B y 1C).

La semilla de la cruz simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 se manifestó con un 65% de germinación en la semilla de 14 años, del 96% en la semilla de 8 años, y del 99% en la semilla de 3 años de edad (Cuadro 12, Gráficas 1A, 1B y 1C).

La semilla de la cruz doble H-131 presentó un decremento notable en la germinación de la semilla de 13 años con un

33%, 83% en la semilla de 7 años y del 88% en la semilla de 3 años (Cuadro 12, Gráficas 1A, 1B y 1C).

CUADRO 12. Porcentaje de germinación de cruzas simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	8	3	\bar{X}
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	81	88	98	89
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	65*	96	99	86.66
H-131	33	83**	88	68
\bar{X}	59.66	89	95	

Porcentaje obtenido de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 7 años de edad

Podemos decir que el porcentaje de germinación disminuye conforme aumenta el grado de envejecimiento de la semilla, teniendo mayor efecto en la craza simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 a la edad de 14 años, concordando con los resultados obtenidos por Linds (1942) y Polania (citado por García, 1982), además se aprecia un ligero decremento en el porcentaje de germinación por efecto de mayor grado de endogamia en la craza doble, y ésta es mayor a la edad de 14 años.

5.2.2. Longitud del Apice en cm de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131

La semilla de la craza simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 observó 9.76 cm de crecimiento promedio del ápice en la

semilla de 13 años, de 14.15 cm en la de 8 años, y de 9.60 cm en la semilla de 3 años, valor que se redujo en forma considerable (Cuadro 13, Gráficas 2A, 2B y 2C).

La semilla de la cruz simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 manifestó un crecimiento promedio del ápice de 8.37 cm en la semilla de 14 años de edad, de 10.13 cm en la semilla de 8 años, y de 14.03 cm en la semilla de 3 años de edad (Cuadro 13, Gráficas 2A, 2B y 2C).

En la semilla de la cruz doble H-131 se observó que el valor más alto del ápice lo obtuvo la semilla de 13 años con 14.18 cm, luego le siguió la semilla de 7 años con un valor medio de 10.24 cm, y por último la semilla de 3 años que sólo tuvo un crecimiento de 6.31 cm (Cuadro 13, Gráficas 2A, 2B y 2C).

CUADRO 13. Media en cm de la longitud del ápice de cruces simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			\bar{X}
	13	8	3	
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	9.76	14.15	7.60	10.50
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	8.37*	10.13	14.03	10.84
H-131	14.18	10.24**	6.31	10.24
\bar{X}	10.77	11.50	9.31	

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 7 años de edad

El híbrido H-131 presentó el valor medio más alto para el mayor grado de envejecimiento, pero en general existe una tendencia a disminuir el valor medio conforme mayor es la edad de la semilla, esto se debe quizá a una respuesta del vigor híbrido como lo señala García (1982), aunque la semilla de 3 años de edad presenta menores valores promedio de la longitud del ápice, debido quizá a la menor germinación de semillas para ese año y por el posible deterioro del embrión como lo señala Crocker y Barton (citados por Montes, 1969).

5.2.3. Longitud en cm de la Radícula de Cruzas
Simples y Dobles que integran al Híbrido
de Maíz H-131

En la semilla de la cruz simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 se observó un crecimiento promedio de la radícula de 12.37 cm en la semilla de 13 años, de 19.52 en la semilla de 8 años, y de 9.94 cm en la semilla de 3 años (Cuadro 14, Gráficas 3A, 3B y 3C).

La semilla de la cruz simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 manifestó un crecimiento promedio de la radícula de 1.0 cm en la semilla de 14 años, y de 14.37 cm en la de 8 años, de 6.93 cm en la semilla de 3 años de edad (Cuadro 14, Gráficas 3A, 3B y 3C).

La semilla de la cruz doble H-131 presentó un crecimiento medio de la radícula de 14.13 cm en la semilla de 13 años, de 16.31 cm en la semilla de 7 años de edad, y de 4.68 cm en

la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 14, Gráficas 3A, 3B y 3C).

CUADRO 14. Media en cm de la longitud de la radícula de cru-
zas simples y doble que integran al híbrido de
maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	8	3	\bar{X}
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	12.37	19.52	9.94	13.94
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	1.00*	14.37	6.93	7.44
H-131	14.13	16.31**	4.68	11.70
\bar{X}	9.166	16.73	7.18	

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 7 años de edad

Podemos decir que la longitud promedio de la radícula dis
minuye conforme mayor es el grado de envejecimiento, y es en
la semilla de la crusa simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 don
de mejor se nota este efecto, en la edad de 14 años. Además
se vuelven a disminuir los valores promedios para la semilla
de 3 años de edad; esto debido a factores que deterioraron la
semilla y no expresó todo su vigor híbrido.

5.2.4. Area Radicular en cm^2 de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131

La semilla de la cruz simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 presentó el siguiente comportamiento del crecimiento promedio del área radicular; 19.87 cm^2 en la semilla más vieja de 13 años de edad, de 36.93 cm^2 en la semilla de 8 años, y de 20.50 cm^2 en la semilla más joven de 3 años de edad (Cuadro 15, Gráficas 4A, 4B y 4C).

En la semilla de la cruz simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 se observó que el crecimiento promedio del área radicular fue mayor para la semilla de 8 años con 26.45 cm^2 , luego le siguió la semilla de 3 años de edad con un valor medio de 29.95 cm^2 , y teniendo el valor más bajo la semilla de mayor edad de 14 años con 16.56 cm^2 (Cuadro 15, Gráficas 4A, 4B y 4C).

La semilla de la cruz doble H-131 observó que el crecimiento del área radicular en promedio fue menor para la semilla más joven de 3 años de edad con un valor de 9.97 cm^2 , y el valor más alto lo presentó la semilla de 7 años de edad con 31.77 cm^2 , y el valor intermedio fue para la semilla de 13 años de edad con 24.78 cm^2 (Cuadro 15, Gráficas 4A, 4B y 4C).

CUADRO 15. Media en cm^2 del área radicular de cruza simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	8	3	\bar{X}
Hgo. 55-253 x CIII-148-2-2-1	19.87	36.93	20.50	25.76
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	16.56*	26.45	29.95	24.32
H-131	24.78	31.77**	9.97	22.17
\bar{X}	20.40	31.71	20.14	

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semillas de 14 años de edad

** Semillas de 7 años de edad

En general el área radicular disminuye su promedio a medida que el envejecimiento es mayor, teniendo sus valores medios más altos en la semilla de 7 años, y los valores más bajos en la semilla del H-131 de 3 años de edad, esto debido al bajo promedio de radículas emitidas. Pero a diferencia de la semilla de la crusa simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 que también presentó bajos promedios de longitud de la radícula en la edad de 13 y 3 años, manifestó una mayor área radicular; esto debido a la habilidad de la semilla de generar gran cantidad de raíces seminales al carecer de la radícula, incrementando así sus valores promedio del área radicular, esto quizá como una respuesta fisiológica para acompletar todos sus órganos vitales.

5.2.5. Porcentaje de Plántulas Anormales de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131

La semilla de la cruz simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 observó un alto porcentaje de plántulas en la semilla de 13 años con un 49%, y el 2% en la semilla de 8 años, y la semilla de 3 años de edad no presentó plántulas anormales (Cuadro 16, Gráficas 5A, 5B y 5C).

La semilla de la cruz simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 manifestó un 33% de plántulas anormales en la semilla de 14 años, del 3% en la semilla de 8 años, y del 5% en la semilla de 3 años (Cuadro 16, Gráficas 5A, 5B y 5C).

En la semilla de la cruz doble H-131 se observó un comportamiento similar para las tres edades estudiadas en el porcentaje de plántulas anormales, siendo del 14% en las semillas de 13 y 3 años, y del 12% en la semilla de 7 años de edad (Cuadro 16, Gráficas 5A, 5B y 5C).

CUADRO 16. Porcentaje de plántulas anormales de cruzas simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	8	3	\bar{X}
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	49	2	—	17.0
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	33*	3	5	13.66
H-131	14	12**	14	13.33
\bar{X}	32	5.7	6.3	

Porcentajes obtenidos de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 7 años de edad

El porcentaje de plántulas anormales es favorecido por el proceso de envejecimiento, y este efecto se acentúa en las dos cruza simples según sea el grado de envejecimiento, además se requiere contemplar que la mayoría de plántulas anormales se debió a la ausencia de radícula, y un número muy bajo de semillas con ausencia del ápice, este porcentaje se conserva más o menos constante en la semilla del híbrido H-131 a diferencia de la cruz simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1, que presenta una media global mayor que los otros dos materiales, reflejándose en mayor grado el efecto por envejecimiento a los 13 años de edad.

5.2.6. Tasa de Germinación de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131

La cruz simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 presentó una tasa de germinación del 10.125% en la semilla de 13 años, de 12.574% en la semilla de 8 años y de 19.60% en la semilla de 3 años (Cuadro 17, Gráfica 11A).

La semilla de la cruz simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 obtuvo una tasa de germinación del 8.125% en la semilla de 14 años, de 13.714% en la de 8 años, y del 33% en la semilla de 3 años (Cuadro 17, Gráfica 11B).

La cruz doble H-131 observó un 11.00% en la semilla de 13 años, de 16.60% en la de 7 años, del 44.00% en la semilla de 3 años de edad (Cuadro 17, Gráfica 11C).

CUADRO 17. Tasa de germinación de cruza simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	8	3	\bar{X}
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	10.125	12.574	19.60	14.09
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	8.125*	13.714	33.00	18.27
H-131	11.000	16.600**	44.00	23.86
\bar{X}	9.75	14.29	32.20	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 7 años de edad

La tasa de germinación es afectada directamente por el proceso de envejecimiento, siendo la semilla de la cruza simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 la más afectada por este proceso a la edad de 14 años, y en la cruza simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 en la edad de 3 años, este efecto se observa al presentar mayor tiempo las semillas en germinar como lo muestran las gráficas (11A y 11B).

5.2.7. Tasa de Crecimiento en cm/día del Apice de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131

La cruza simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 presentó una tasa de crecimiento del ápice de 0.75 cm en la semilla de 13 años, de 1.08 cm en la de 8 años, y de 0.58 cm en la semilla de 3 años de edad (Cuadro 18, Gráfica 12A).

La semilla de la cruza simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 observó una tasa de crecimiento del ápice de 0.64 cm en la semilla de 14 años, de 0.79 cm en la de 8 años, y de 1.07 cm en la de 3 años (Cuadro 18, Gráfica 12B).

En la semilla de la cruza doble H-131 se observó que la semilla de 13 años presentó un crecimiento del ápice de 1.09 cm, la semilla de 7 años de 0.77 cm, y de 0.48 cm la semilla de 3 años de edad (Cuadro 18, Gráfica 12C).

CUADRO 18. Tasa de crecimiento cm/día del ápice de cruza simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	8	3	\bar{X}
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	0.751	1.088	0.584	0.807
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	0.644*	0.779	1.079	0.834
H-131	1.091	0.778**	0.485	0.784
\bar{X}	0.828	0.881	0.716	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 7 años de edad

La semilla de las cruza simples se ven más afectadas por efecto del envejecimiento a los 13 años, y tanto la cruza simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 como el híbrido H-131 se ven igualmente afectados a la edad de 3 años en el crecimiento del ápice, lo que indica que está afectado su vigor puesto que no se expresa, esto debido a una deteriorización de la semilla

que disminuye el potencial de expresión de dicho vigor como se observa en las gráficas (12A y 12C).

5.2.8. Tasa de Crecimiento en cm/día de la Radícula de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131

La cruz simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 presentó una tasa de crecimiento de la radícula de 0.95 cm en la semilla de 13 años, de 1.50 cm en la de 8 años, y de 0.76 cm en la semilla de 3 años (Cuadro 19, Gráfica 13A).

En la semilla de la cruz simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 se presentó una tasa de 0.07 cm en la semilla de 14 años, en la semilla de 8 años de 1.10 cm, y en la semilla de 3 años de edad de 0.53 cm (Cuadro 19, Gráfica 13B).

En la semilla de la cruz doble H-131 se tuvo una tasa de crecimiento de la radícula de 1.08 cm en la semilla de 13 años, en la semilla de 7 años de 1.25 cm, y en la semilla de 3 años de 0.36 cm (Cuadro 19, Gráfica 13C).

CUADRO 19: Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de cruas simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	8	3	\bar{X}
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	0.951	1.502	0.764	1.072
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	0.076*	1.105	0.533	0.571
H-131	1.087	1.254**	0.360	0.900
\bar{X}	0.704	1.287	0.552	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 7 años de edad

La cruz simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 de 13 años de edad fue la más afectada por el proceso de envejecimiento, y la semilla del híbrido H-131 de 3 años de edad, esto debido a la poca emisión de radículas que hubo en ese año, quizá por el posible deterioro de la semilla en las células embrionarias como lo señalan Crocker y Barton (citados por Montes, 1969). Además que la semilla de 3 años presentó bajas tasas de crecimiento y alteraciones morfológicas por deficiencias en sus sistemas enzimáticos, este fenómeno se puede observar en las gráficas (13A, 13B y 13C).

5.2.9. Tasa de Crecimiento en cm^2 del Area Radicular de Cruzas Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131

En la semilla de la cruz simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 se tuvo una tasa de 1.52 cm^2 en la semilla de 13 años, de 2.84 cm^2 en la semilla de 8 años, y para la semilla de 3 años 1.57 cm^2 (Cuadro 20, Gráfica 14A).

La semilla de la cruz simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 observó una tasa de crecimiento del área radicular de 1.27 cm^2 en la semilla de 14 años, en la semilla de 8 años de 2.03 cm^2 , y en la semilla de 3 años de edad 1.53 cm^2 (Cuadro 20, Gráfica 14B).

En la semilla de la cruz doble H-131 se observó una tasa de 1.90 cm^2 en la semilla de 13 años de edad, para la semilla de 7 años de 2.44 cm^2 , y en la semilla de 3 años de edad 0.76 cm^2 (Cuadro 20, Gráfica 14C).

CUADRO 20. Tasa de crecimiento en $\text{cm}^2/\text{día}$ del área radicular de cruza simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	8	3	\bar{X}
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	1.528	2.840	1.577	1.981
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	1.274*	2.034	1.534	1.614
H-131	1.906	2.444**	0.767	1.705
\bar{X}	1.569	2.439	1.292	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 7 años de edad

En general se puede decir que la tasa de crecimiento del área radicular se ve afectada por el proceso del envejecimiento en las dos cruza simples y en la cruza doble, aunque este efecto de un envejecimiento acelerado por factores diversos actúa directamente en la semilla de 3 años y con mayor severidad en la semilla del híbrido H-131, todo esto obedece a que hubo poca emisión de radículas en estos tratamientos, esto se puede apreciar mejor en las gráficas (14A, 14B y 14C).

5.2.10. Tasa de Crecimiento del Número de Raíces Seminales por día de Cruza Simples y Doble que integran al Híbrido de Maíz H-131

La cruza simple Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1 presentó una tasa de crecimiento de raíces seminales en la semilla de 13 y 8 años de 0.384, y en la semilla de 3 años de 4.61 (Cuadro 21, Gráfica 15A).

La semilla de la cruz simple Hgo, 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 presentó una tasa para la semilla de 14 años de 0.307, en la de 8 años de 0.384, y en la semilla de 3 años de edad 0.538 (Cuadro 21, Gráfica 15B).

En la semilla de la cruz doble H-131 se presentó una tasa de crecimiento de raíces seminales de 0.384 en las semillas de 13 y 7 años, y para la semilla de 3 años de edad 0.461 (Cuadro 21, Gráfica 15C).

CUADRO 21. Tasa de crecimiento del número de raíces seminales por día de cruces simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	8	3	\bar{X}
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	0.384	0.384	0.461	0.409
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	0.307*	0.384	0.538	0.461
H-131	0.384	0.384**	0.461	0.409
\bar{X}	0.358	0.384	0.486	

Tasa obtenida de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 7 años de edad

La tasa de raíces seminales disminuye conforme mayor es el grado de envejecimiento de la semilla aunque es poco apreciable hasta la semilla de 8 años de edad, teniendo la mayor tasa de crecimiento las semillas de 3 años de edad, esto debido quizá a una mejor actividad celular y enzimática, aunque

cabe aclarar que esta semilla de 3 años fue la que sufrió un efecto de deterioro debido posiblemente a la aplicación de Bromuro de Metilo por un mayor tiempo a lo recomendado, y este efecto se refleja mejor en la cruza doble; esta tasa se debe comparar con la media de radícula y la media del área radicular (Cuadros 14 y 15) respectivamente para poder interrelacionar el posible efecto por la edad; ya que con el grado de endogamia no se aprecian diferencias contrastantes.

En concreto se puede señalar que de los parámetros estudiados, el porcentaje de germinación, longitud del ápice, longitud de la radícula, área radicular y porcentaje de plántulas anormales, éstos disminuyen en forma general a medida que el proceso de envejecimiento es mayor, concordando con los resultados de germinación de Polania (citado por García, 1982), Fleming (1966), Haferkamp y otros (1953), (Cuadros 22, 23, 24 y 25 del Anexo), y este efecto del proceso de envejecimiento se acentúa cuando el grado de endogamia es mayor, esto se aprecia más claramente al compararse cada uno de los parámetros de estudio entre las líneas que entre las cruzas, como lo señala Linds (1942), además del efecto por el envejecimiento y el grado de endogamia, existen otros factores que en mayor o menor grado reducen la expresión del vigor de la semilla como son: las condiciones de humedad, temperatura y sustancias químicas que se utilizan para la desinfección de la semilla durante el almacenamiento, como lo menciona García (1982), Pola

nia (1982), también las condiciones en que se produjo la semilla, esto es, su relación genotipo-ambiente así como el manejo agronómico del genotipo, como lo señalan Ramírez (citado por Montes, 1969), Haferkamp y otros (1953) y García (1982), y que estos factores en conjunto están alterando en diversas magnitudes la viabilidad, la calidad y la longevidad de las semillas, y además alteran la expresión del vigor al intervenir primero en la formación óptima de la semilla y posteriormente en el metabolismo enzimático, lo cual ocasiona cambios fisiológicos y morfológicos, como lo señala Manguire (citado por Gelmond, 1978), aun más con el paso del tiempo provoca una muerte gradual y diferencial de las células embrionarias, como lo señala Moore (1963), Crocker y Barton (citados por Montes, 1969); por lo tanto, el vigor de las semillas estará determinado en diferentes grados por la especie, condición genética, los factores ambientales que predominan durante el desarrollo de la semilla, las condiciones de manejo del cultivo y de almacenamiento, y sobre todo por el tiempo en que la semilla conserve su habilidad para poder expresar su vigor.

Cabe aclarar que la semilla de 3 años fue expuesta a una aplicación con Bromuro de Metilo durante una semana en las bodegas del CAEVAMEX-INIA, lo cual alteró los procesos fisiológicos y morfológicos, como se pudo observar en cada uno de los parámetros evaluados.

Ahora bien, lo mismo se puede decir para las tasas de cre
ci
mi
en
ti
o, ya que éstas disminuyen en la misma relación con la
edad de la semilla y el grado de endogamia, esto como una re-
ducción de sus procesos fisiológicos y enzimáticos, como lo se-
ñala Manguire (1962); cabe aclarar que algunos de los genoti-
pos de 3 años de edad tuvieron la habilidad de incrementar sus
funciones metabólicas para sustituir a la radícula, con un ma
yo
r
n
ú
m
e
r
o de raíces seminales, aunque más pequeñas, como fue
el caso de las cruza simples y doble y de las líneas con ma-
yor grado de endogamia, como se aprecia en los cuadros (27,
28, 29 y 30 del Anexo). Además es pertinente considerar que
los valores aquí presentados pudieron variar, ya que la tempe
ra
t
u
r
a no fue constante durante todo el experimento, pues exis
ti
ó una variación de $\pm 2^{\circ}\text{C}$, como lo señala Flint (1942).

Es pertinente aclarar que en los materiales estudiados
existe una variación genética para cada nivel de antigüedad,
esto debido al manejo de la semilla, de la planta madre cuan-
do se realiza la polinización, condiciones de manejo del cul-
tivo, y condiciones ambientales diferentes en la producción de
la semilla de cada año del cual se trabajó, almacenamiento y
diferentes tratamientos de desinfección. Entonces este traba-
jo se planteó bajo el supuesto de que el material genético es
idéntico para cada nivel de edad, ya que esto está alterando
de alguna manera los resultados aquí presentados.

VI. CONCLUSIONES

En base a la interpretación y discusión de los resultados anteriores se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. El vigor de las semillas de maíz disminuye por efecto del envejecimiento y éste se acentúa cuando las semillas presentaron mayor grado de endogamia, como fue el caso de las líneas endogámicas CHII-148-2-2-1 e Hgo. 4-5-4-2-1.
2. En la semilla de la cruza simple Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1 se aprecia una reducción del vigor híbrido conforme manifiesta mayor edad la semilla.
3. La semilla de 3 años de edad mostró valores menores de los parámetros de vigor y menores tasas de crecimiento debido quizá al deterioro del embrión por efecto del proceso de desinfección de la semilla con Bromuro de Metilo por un tiempo prolongado, lo cual redujo la expresión del vigor.
4. El porcentaje de germinación no es una prueba confiable para evaluar el vigor de una semilla, ya que como se observó hubo semillas que obtuvieron altos porcentajes de germinación, pero bajos valores de crecimiento medio.

5. La estimación de tasas de crecimiento durante un período de 0 a 7 días permite evaluar el vigor en semillas de maíz confiablemente.
6. Se requiere realizar investigaciones que conduzcan a establecer los parámetros adecuados para evaluar una prueba de vigor, en pocos días.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Bockholt, A.J., J.G. Rogers and T.R. Richmond, 1969. Effects of various storage conditions on longevity of Cotton Corn and Sorghum Seed. *Crop. Sci.* 151-153.
2. _____ 1956. Seed viability of corn inbred lines as influenced by age and conditions of Storage *Agron. J.* 48: 383-384.
3. Cramer, B., C.A. 1976. Manifestación de la heterosis en cruza de maíz (*Zea Mays* L.) en los estudios de plántula, planta joven y planta adulta bajo condiciones de laboratorio, invernadero y campo. Tesis Profesional, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, N.L.
4. Delouche, C.J., and Caldwell, W.P. 1962. Seed vigor and vigor test. Proceedings seemen's short coverse Misissippi State College.
5. Donalson, C., and Blackman, E.G. 1973. The initiation of Hybrid Vigour in *Zea Mays* during the Germination Phase. *Ann. Bot.* 38: 515-527.
6. Duane, I. 1958. Testing for Vigor. *Proc. Assoc. off seed anual.* Iowa State College. 48: 136-138.
7. Fleming, A.A., 1966. Effects of seed age, producer, and Storage, on Corn (*Zea Mays* L.) Production. *Agron. J.* 58: 227-228.
8. Flint, H.L. 1944. Light and elongation of mesocotyl in corn. *Plant Phisiol.* 19: (3): 537-543.

9. García G., J.C. 1982. Apuntes de Producción y Manejo de Semillas. Universidad Autónoma Chapingo.
10. Geldmond, H.I. and Luria, L.W. 1978. The effects of accelerated aging of sorghum seeds on seedling vigour. of Exp. Bot. 29, No. 109, p.489-495.
11. Haferkamp, I.M., L. Smith and R.A. Milan, 1953. Studies on aged seeds, relation of age of seed to germination and longevity. Agron. J. 45: 434-437.
12. Kiesselbach, A.T. 1927. A study of the factors determining quality in sweet corn. Year of agric. Research 34: 423-433.
13. Linds, T., E.W. 1942. Inheritance of seed longevity in maize inbreds and hybrid. Genetics, 27: 154.
14. Matzinger, F.D. 1953. Comparison of three types of testers for the evaluation of Inbred Lines of Corn. Agron. J. p. 493-495.
15. Montes M., J. 1969. Correlación de la longevidad de las semillas de maíz y frijol con las pruebas de tetrazolio y germinación. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
16. Moore, P.Z. 1963. Previous history of seed lots and differential maintenance of seed viability and vigour in storage. Proc. Int. Seed Test, Ass. Vol. 28, No. 4, p. 691-699.
17. _____ 1965. Test for predicting cold test performance of corn seed. Agron. J. 57 (5): 489-491.
18. Poehlman, M.J. 1959. Mejoramiento Genético de las cosechas. Ed. Limusa; México.
19. PRONASE. (1983). Híbridos y Variedades de Maíz. Folleto SARH.

VIII. . A N E X O

CUADRO 22. Porcentaje de germinación de líneas, cruzas simples y cruza doble del híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	91	91	95	92.33
CHII-148-2-2-1	43	55	83	60.33
Hgo. 55-477	89	93	95	92.33
Hgo. 4-5-4-2-1	15	55	87	52.33
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	81	88**	98	89.00
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	65*	96**	99	86.66
H-131	33	83	88	68.00

Porcentajes obtenidos de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 8 años de edad

CUADRO 23. Media en cm de la longitud del ápice de líneas, cruzas simples y doble del híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	7.864	10.617	6.551	8.33
CHII-148-2-2-1	9.107	9.835	6.732	8.55
Hgo. 55-477	8.830	8.248	7.605	8.22
Hgo. 4-5-4-2-1	6.320	8.228	6.657	7.06
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	9.760	14.150**	7.600	10.50
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	8.370*	10.130**	14.030	10.84
H-131	14.180	10.240	6.310	10.24

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 8 años de edad

CUADRO 24. Media en cm de la longitud de la radícula de líneas, cruza simples y cruza doble del híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	6.320	12.914	7.557	8.93
CHII-148-2-2-1	3.397	12.519	6.708	7.72
Hgo. 55-477	7.255	14.164	8.466	9.96
Hgo. 4-5-4-2-1	0.750	8.228	4.835	4.60
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	12.370	19.520**	9.940	13.94
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	1.000*	14.370**	6.930	7.44
H-131	14.130	16.310	4.680	11.70

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 8 años de edad

CUADRO 25. Media en cm² del área radicular de líneas, cruza simples y cruza doble del híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	17.102	26.321	14.454	19.29
CHII-148-2-2-1	8.869	21.629	8.898	13.13
Hgo. 55-477	16.409	26.199	17.591	20.06
Hgo. 4-5-4-2-1	11.050	22.826	9.405	14.42
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	12.370	19.520**	9.940	25.76
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	1.000*	14.370**	6.930	24.32
H-131	14.130	16.310	4.680	22.17

Medias obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 8 años de edad

CUADRO 26. Porcentaje de plántulas anormales de líneas, cru-
zas simples y cruce doble del híbrido de maíz
H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	71	7	—	26.00
CHII-148-2-2-1	22	6	3	10.33
Hgo. 55-477	36	27	5	22.66
Hgo. 4-5-4-2-1	8	3	9	6.66
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	49	2**	—	17.00
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	33*	3**	5	13.66
H-131	14	12	14	13.33

Porcentajes obtenidos de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad.

** Semilla de 8 años de edad

CUADRO 27. Tasa de germinación de líneas, cru-
zas simples y cruce doble del híbrido de maíz H-131:

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	11.37	15.16	31.66	19.40
CHII-148-2-2-1	5.37	9.16	20.75	11.76
Hgo. 55-477	11.12	18.60	19.00	16.24
Hgo. 4-5-4-2-1	1.87	13.75	21.75	12.46
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	10.12	12.57**	19.60	14.09
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	8.12*	13.71**	33.00	18.27
H-131	11.00	16.60	44.00	23.86

Tasas obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 8 años de edad

CUADRO 28. Tasa de crecimiento en cm/día del ápice de líneas, cruza simples y cruza doble del híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	0.60	0.81	0.50	0.64
CHII-148-2-2-1	0.70	0.75	0.51	0.65
Hgo. 55-477	0.67	0.63	0.58	0.63
Hgo. 4-5-4-2-1	0.48	0.63	0.51	0.54
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	0.75	1.08**	0.58	0.80
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	0.64*	0.77**	1.07	0.83
H-131	1.09	0.77	0.48	0.78

Tasas obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad.

** Semilla de 8 años de edad

CUADRO 29. Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de líneas, cruza simples y cruza doble del híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	0.48	0.99	0.58	0.68
CHII-148-2-2-1	0.30	0.96	0.51	0.59
Hgo. 55-477	0.55	1.08	0.65	0.76
Hgo. 4-5-4-2-1	0.05	0.63	0.37	0.35
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	0.95	1.50**	0.76	1.07
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	0.07*	1.10**	0.53	0.57
H-131	1.08	1.25	0.36	0.90

Tasas obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 8 años de edad

CUADRO 30. Tasa de crecimiento en $\text{cm}^2/\text{día}$ del área radicular de líneas, cruza simples y cruza doble del híbrido de maíz H-131.

Genealogía	Edad de la semilla en años			
	13	7	3	\bar{X}
Hgo. 55-253	1.31	2.02	1.11	1.48
CHII-148-2-2-1	0.68	1.66	0.68	1.00
Hgo. 55-477	1.26	2.01	1.35	1.54
Hgo. 4-5-4-2-1	0.85	1.75	0.72	1.10
Hgo. 55-253 x CHII-148-2-2-1	1.52	2.84**	1.57	1.98
Hgo. 55-477 x Hgo. 4-5-4-2-1	1.27*	2.03**	1.53	1.61
H-131	1.90	2.44	0.76	1.70

Tasas obtenidas de 2 repeticiones de 50 semillas

* Semilla de 14 años de edad

** Semilla de 8 años de edad

FIGURA 1. Porcentaje de germinación del híbrido de maíz H-131.

FIG. 1-A

13 AÑOS

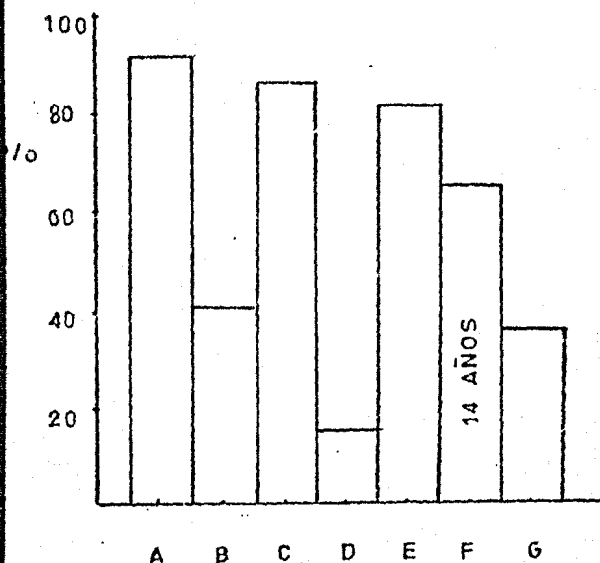


FIG. 1-B

7 AÑOS

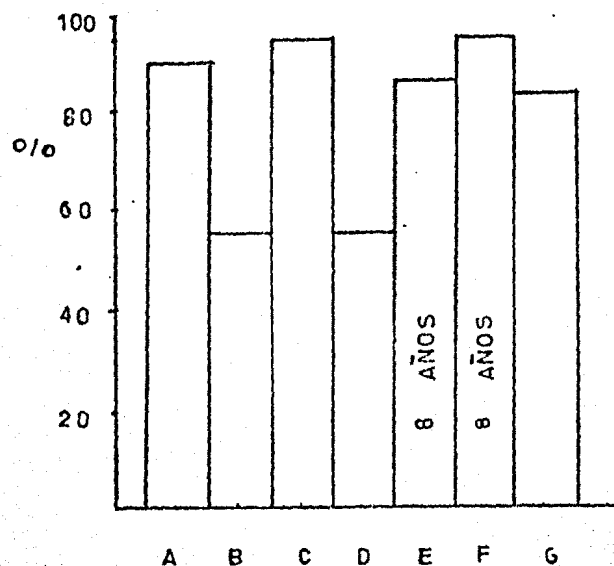
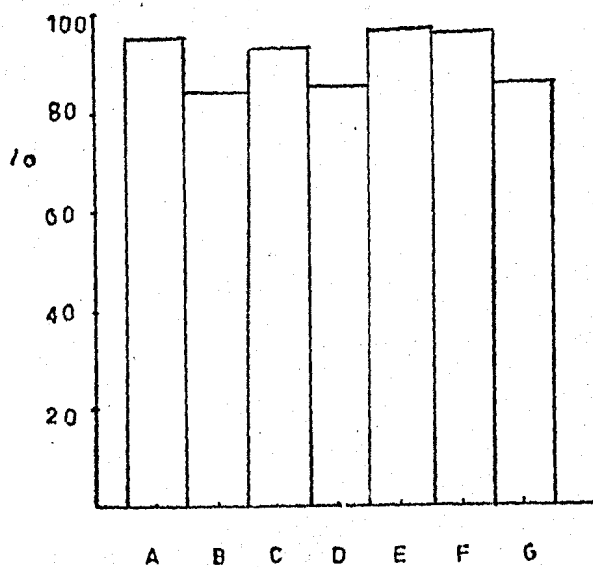


FIG. 1-C

3 AÑOS



A HGO, 55-253

B CH II-148 - 2 - 2 - 1

C HGO, 55-477

D HGO, 4 - 5 - 4 - 2 - 1

E HGO, 55 - 253 X CHII - 148 - 2 - 2 - 1

F HGO, 55-477 X HGO, 4 - 5 - 4 - 2 - 1

G H-131

FIGURA 2. Longitud en cm del ápice del híbrido de maíz H-131.

FIG. 2-A

13 AÑOS

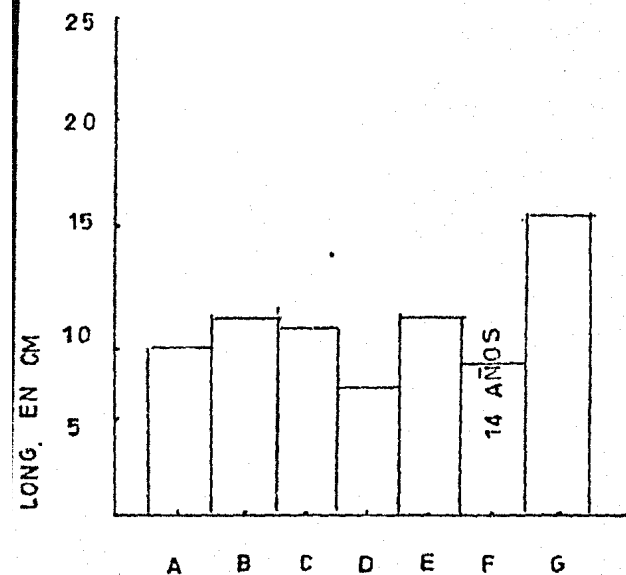


FIG. 2-B

7 AÑOS

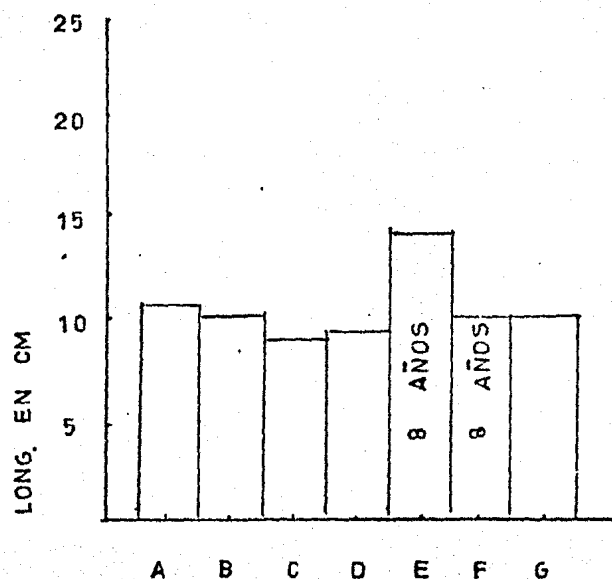
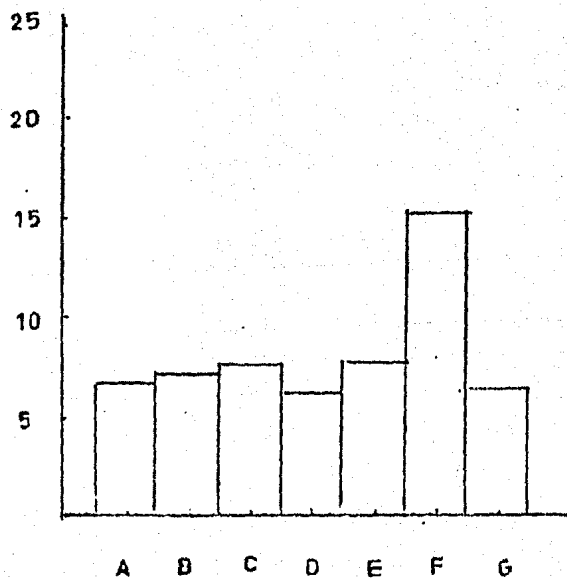


FIG. 2-C

3 AÑOS



A HGO, 55-253

B CHII-148-2-2-1

C HGO, 55-477

D HGO, 4-5-4-2-1

E HGO, 55-253 X CH II- 148-2-2-1

F HGO, 55-477 X HGO, 4-5-4-2-1

G H-131

FIGURA 3. Longitud en cm de la radícula del híbrido de maíz H-131.

FIG. 3-A

13 AÑOS

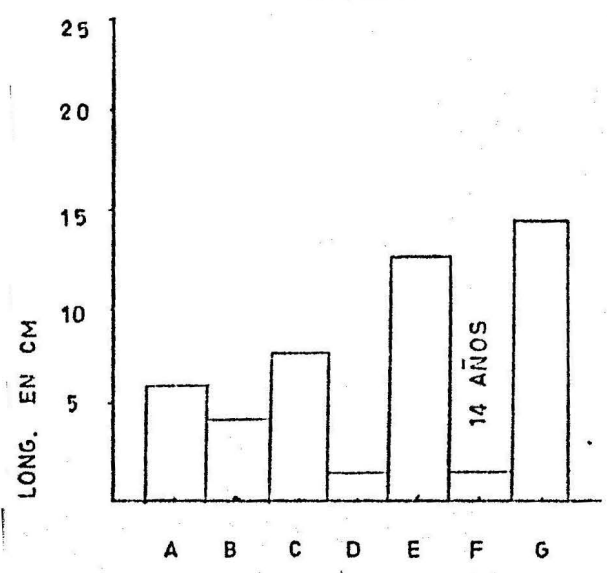


FIG. 3-B

7 AÑOS

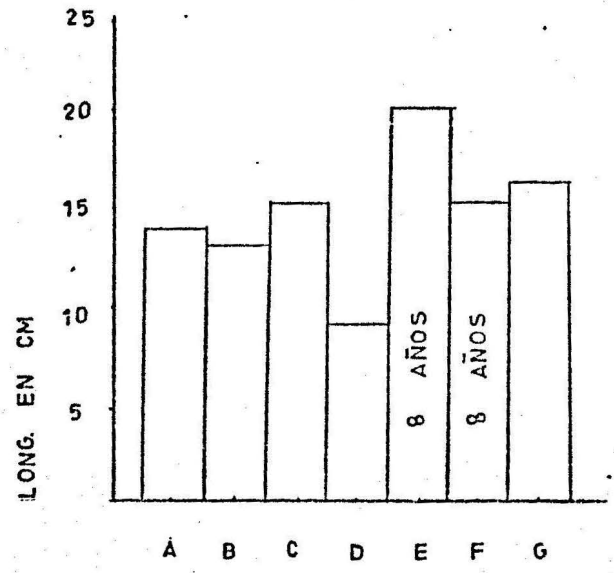
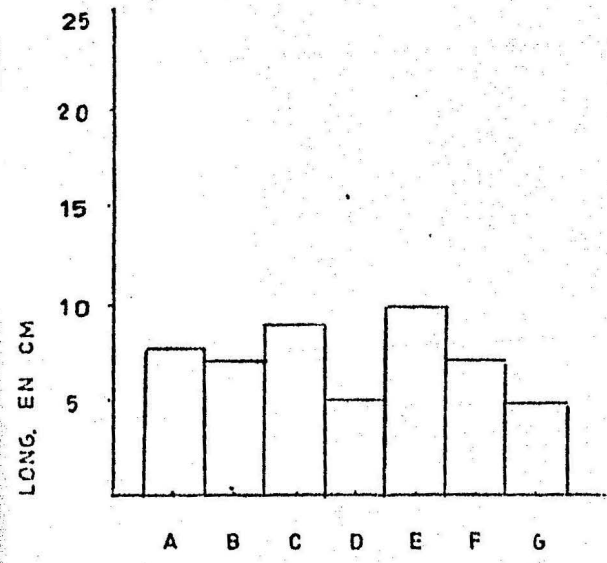


FIG. 3-C

3 AÑOS



- A HGO. 55-253
- B CHII-148-2-2-1
- C HGO. 55-477
- D HGO. 4-5-4-2-1
- E HGO. 55-253XCH II - 148 -2-2-1
- F HGO. 55-477 X HGO. 4-5-4-2-1
- G H-131

FIGURA 4. Area radicular en cm^2 del híbrido de maíz H-131.

FIG. 4-A

13 AÑOS

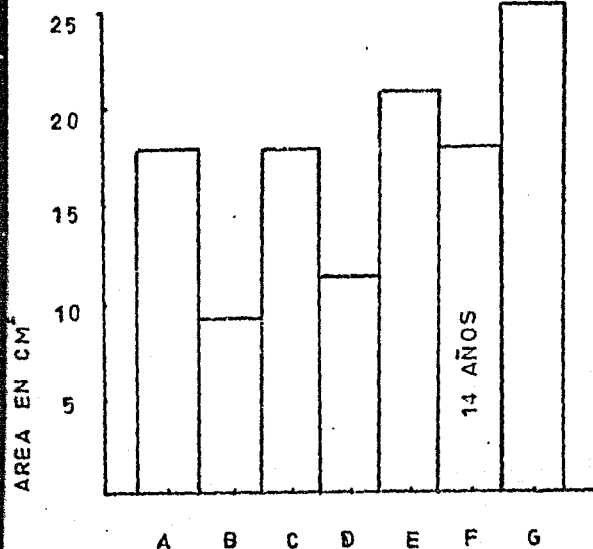


FIG. 4-B

7 AÑOS

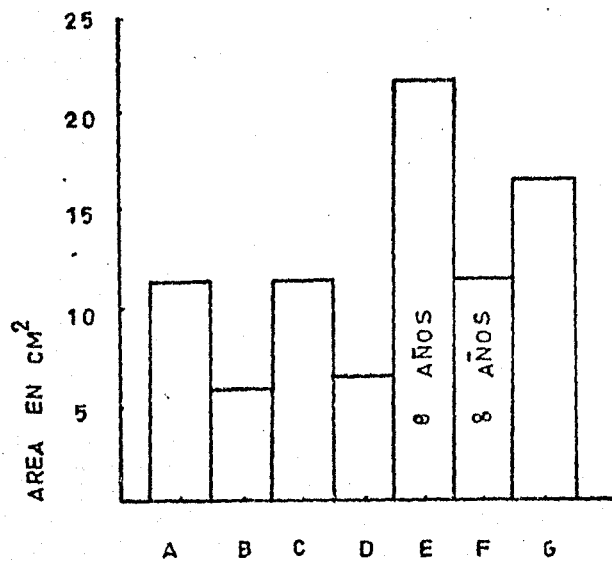
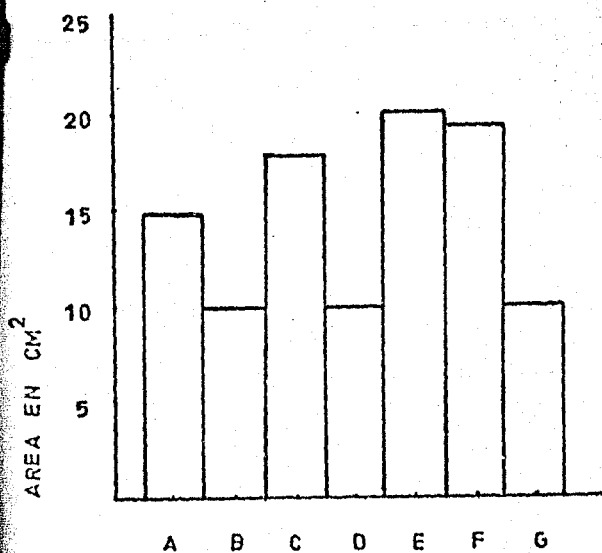


FIG. 4-C

3 AÑOS



- A HGO. 55-253
- B CHII-148-2-2-1
- C HGO. 55-477
- D HGO. 4-5-4-2-1
- E HGO. 55-253 X CHII-148-2-2-1
- F HGO. 55-477 X HGO. 4-5-4-2-1
- G H-131

FIGURA 5. Porcentaje de plántulas anormales del híbrido de maíz H-131.

FIG. 5-A

13 AÑOS

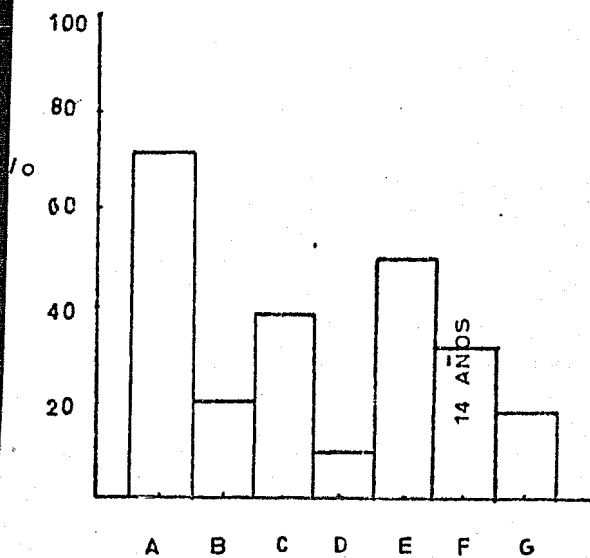


FIG. 5-B

7 AÑOS

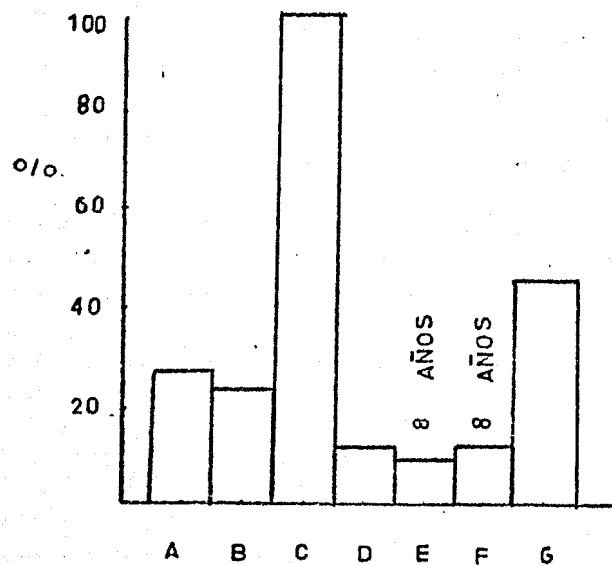
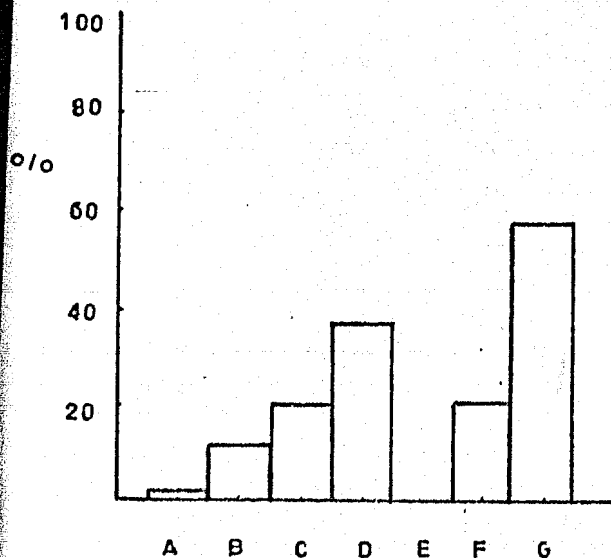


FIG. 5-C

3 AÑOS



A. HGO. 55 - 253

B. CHII - 148 - 2 - 2 - 1

C. HGO. 55 - 477

D. HGO. 4 - 5 - 4 - 2 - 1

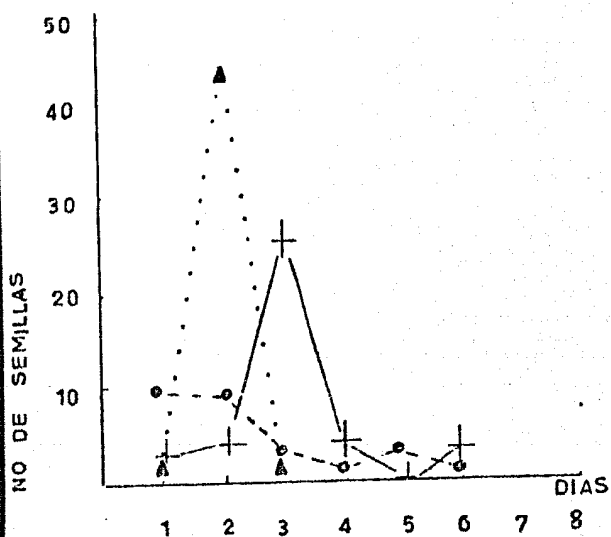
E. HGO. 55 - 253 X CHII - 148 - 2 - 2 - 1

F. HGO. 55 - 477 X HGO. 4 - 5 - 4 - 2 - 1

G. H - 131

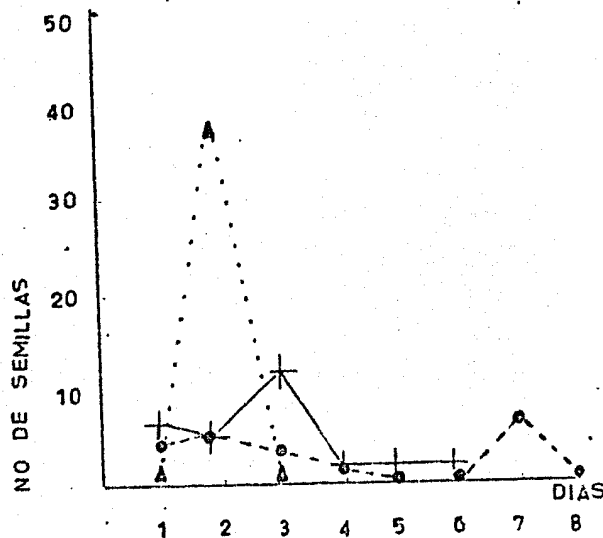
FIGURA 6. Tasa de germinación en cm/día de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 6-A



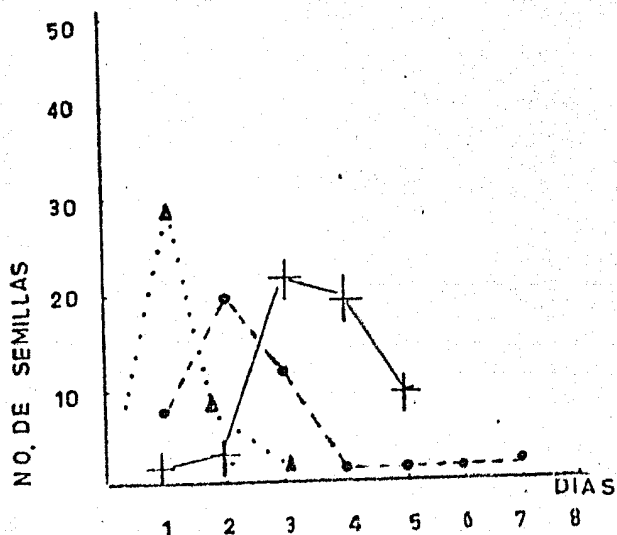
HGO, 55-253

FIG. 6-B



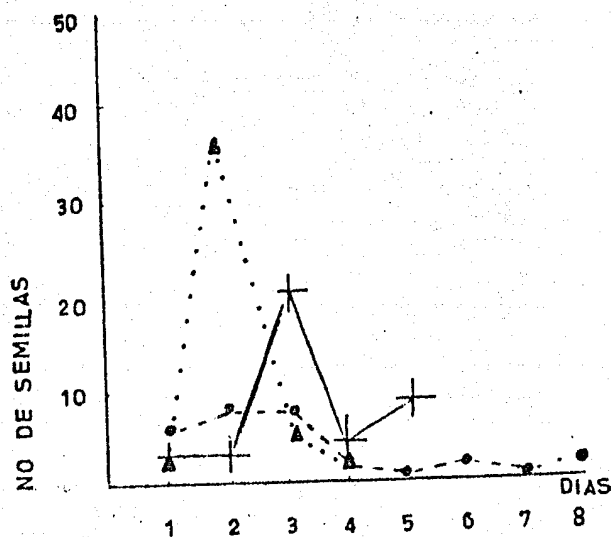
CHII-148-2-2-1

FIG. 6-C



HGO, 55-477

6-D

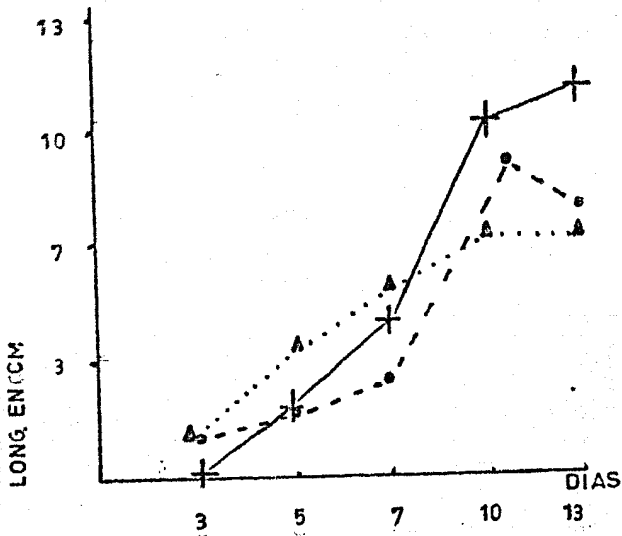


HGO, 4-5-4-2-1

● - - - - - 13 AÑOS
 ▲ - - - - - 3 "
 + - - - - - 7 "

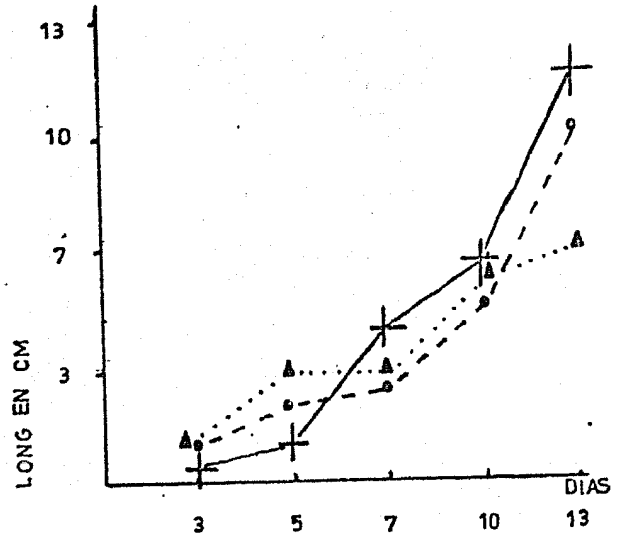
FIGURA 7. Tasa de crecimiento en cm/día del ápice de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 7-A



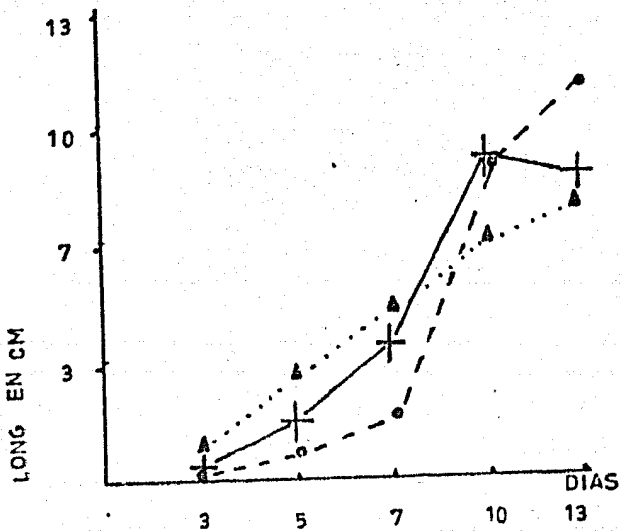
HGO, 55-253

FIG. 7-B



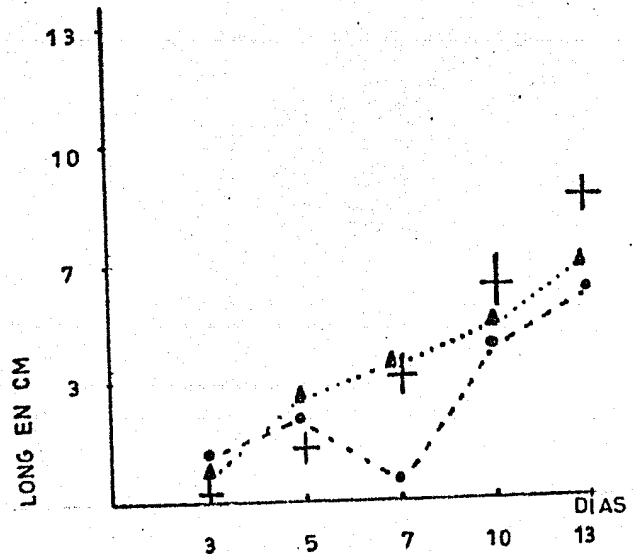
CHII-148-2-2-1

FIG. 7-C



HGO, 55-477

FIG. 7-D

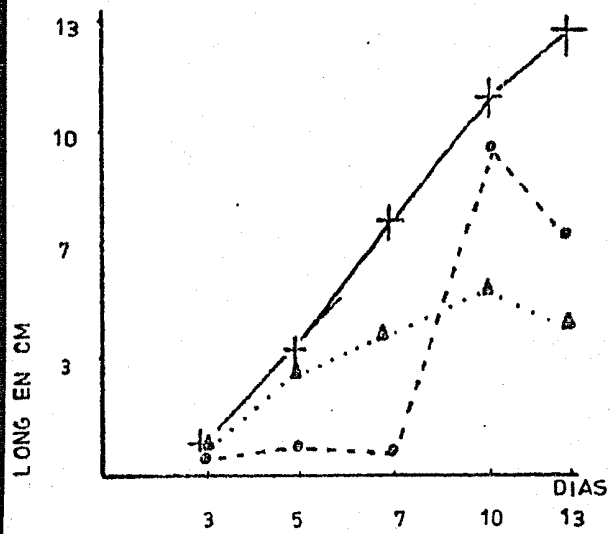


HGO: 4-5-4-2-1

o ----- o 13 AÑOS
 A A 3 ..
 +-----+ 7 ..

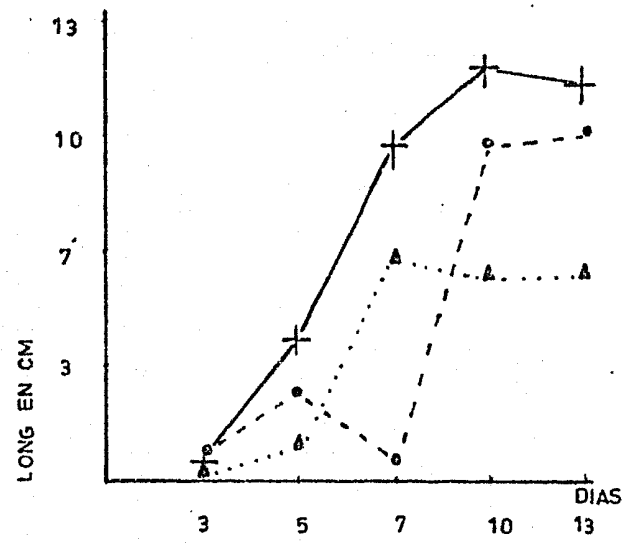
FIGURA 8. Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 8-A



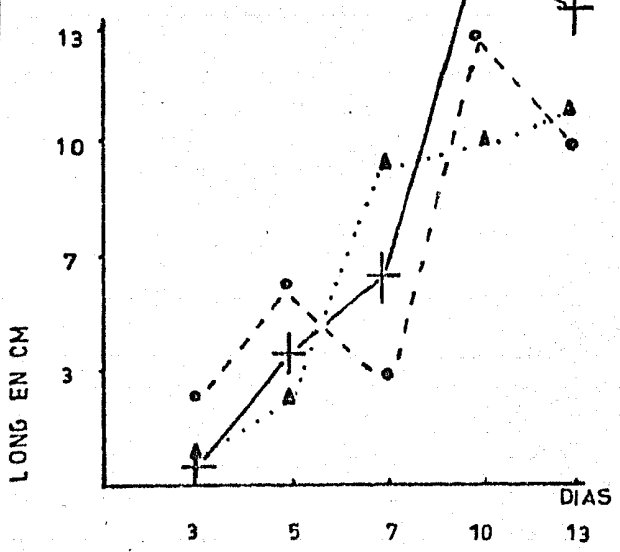
HGQ 55-253

FIG. 8-B



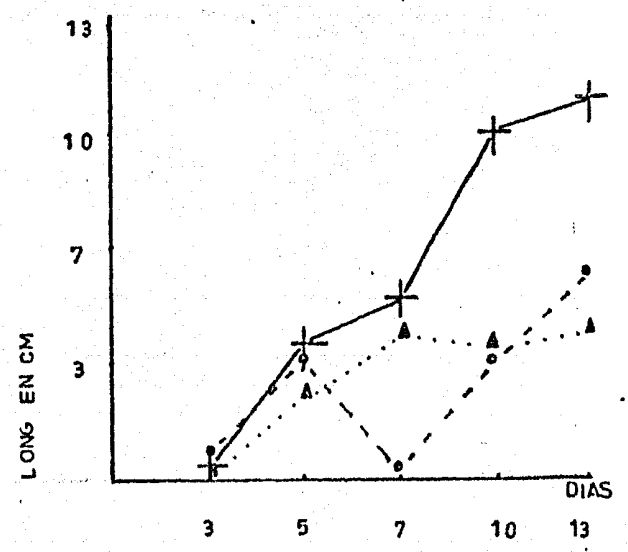
CHII-148-2-2-1

FIG. 8-C



HGO-55-477

FIG. 8-D

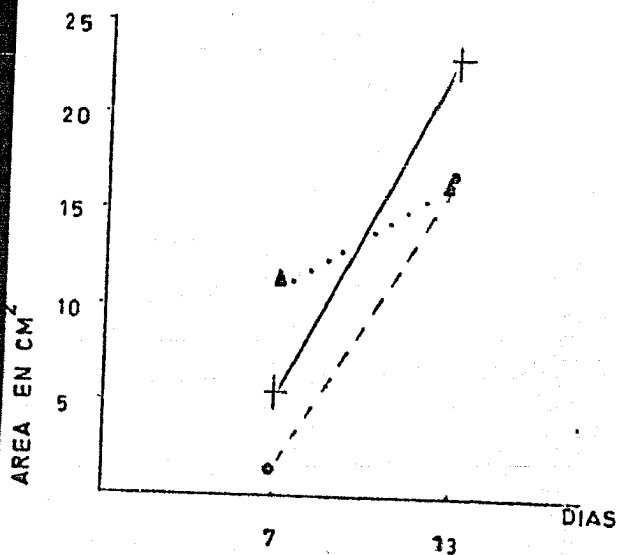


HGO, 4-5-4-2-1

○ - - - - - 13 AÑOS
 △ 3 " "
 + - - - - + 7 " "

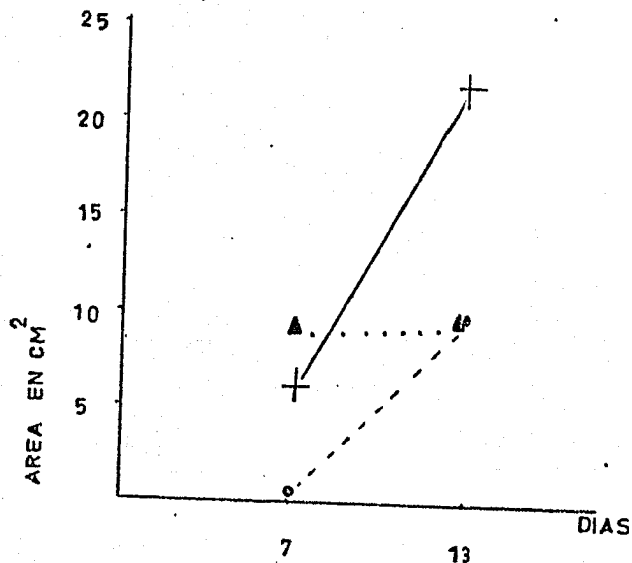
FIGURA 9. Tasa de crecimiento en cm/día del área radicular de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 9-A



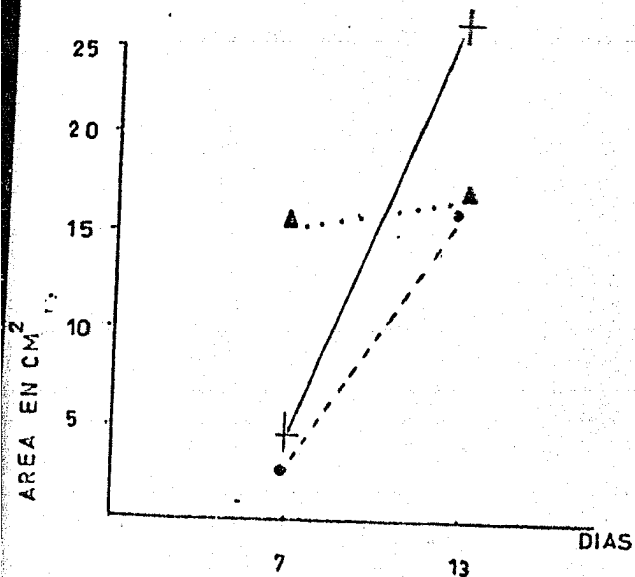
HGO, 55 - 253

FIG. 9-B



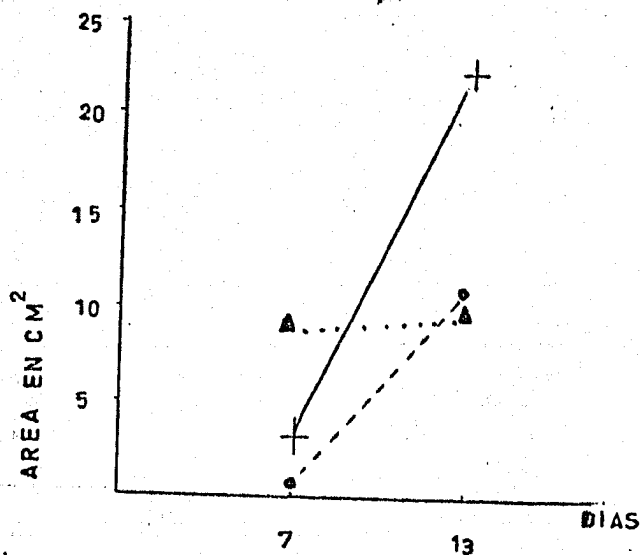
CHII-148-2 -2 - 1

FIG. 9-C



HGO, 55 - 477

FIG. 9-D

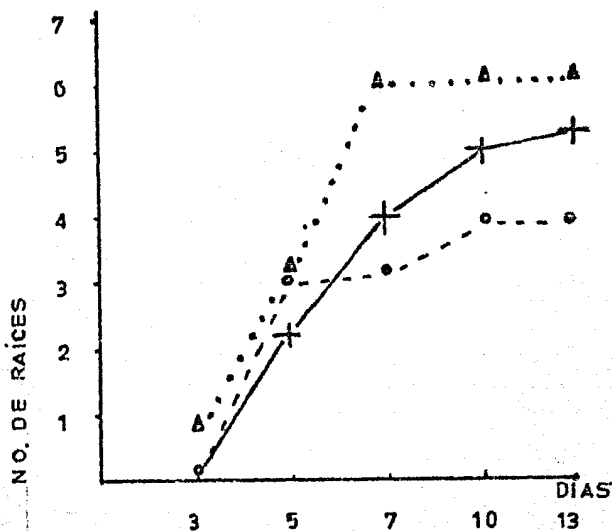


HGO, 4-5 - 4 - 2 - 1

● - - - - - ● 13 AÑOS
 Δ - - - - - Δ 3 "
 + - - - - + 7 "

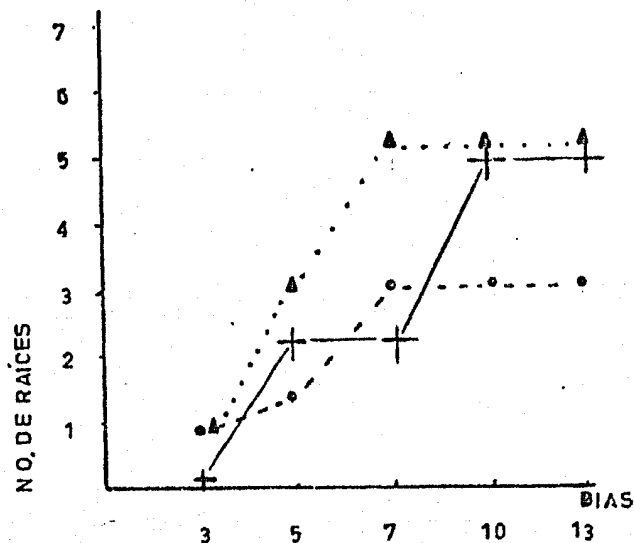
FIGURA 10. Tasa de crecimiento del número de raíces seminales por día de líneas que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 10-A



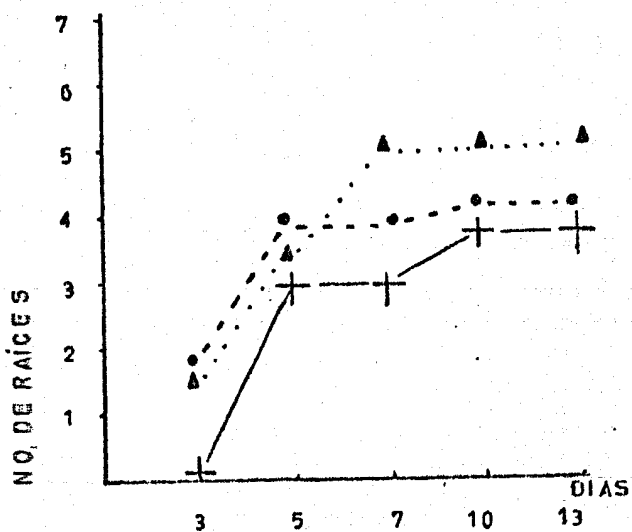
HGO. 55-253

FIG. 10-B



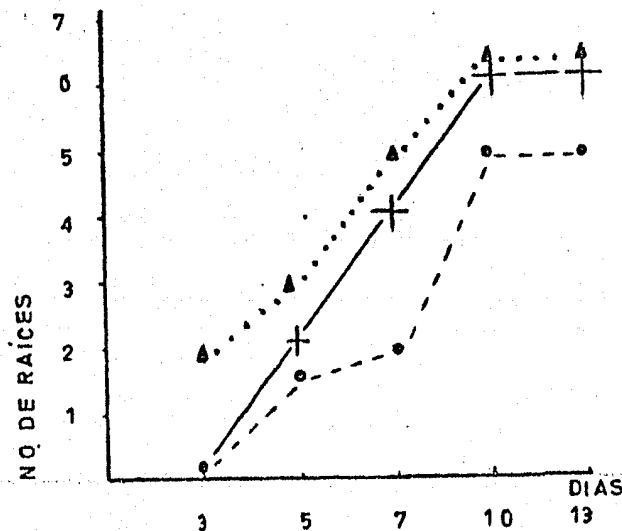
CHII-148-2-2-1

FIG. 10-C



HGO. 55-477

FIG. 10-D

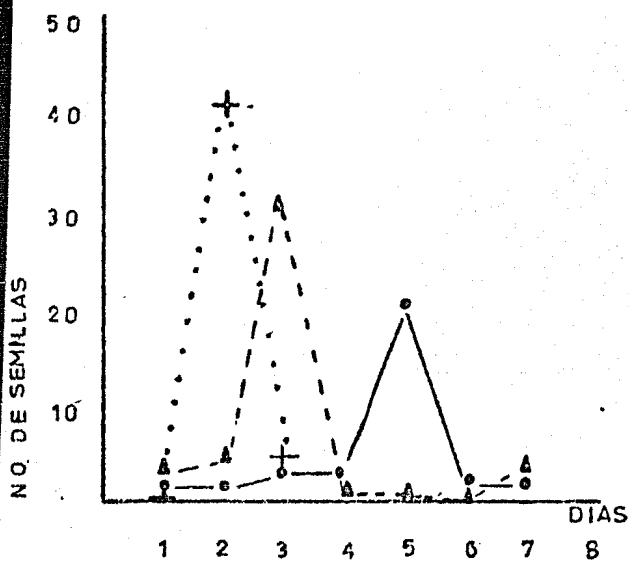


HGO. 4-5-4-2-1

● - - - ● 13 AÑOS
 ▲ ····· ▲ 3 "
 + ——— + 7 "

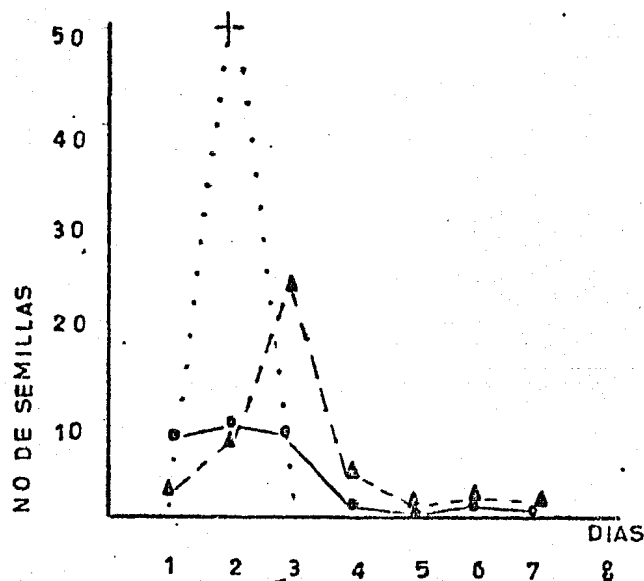
FIGURA 11. Tasa de germinación por día de cruzas simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 11-A



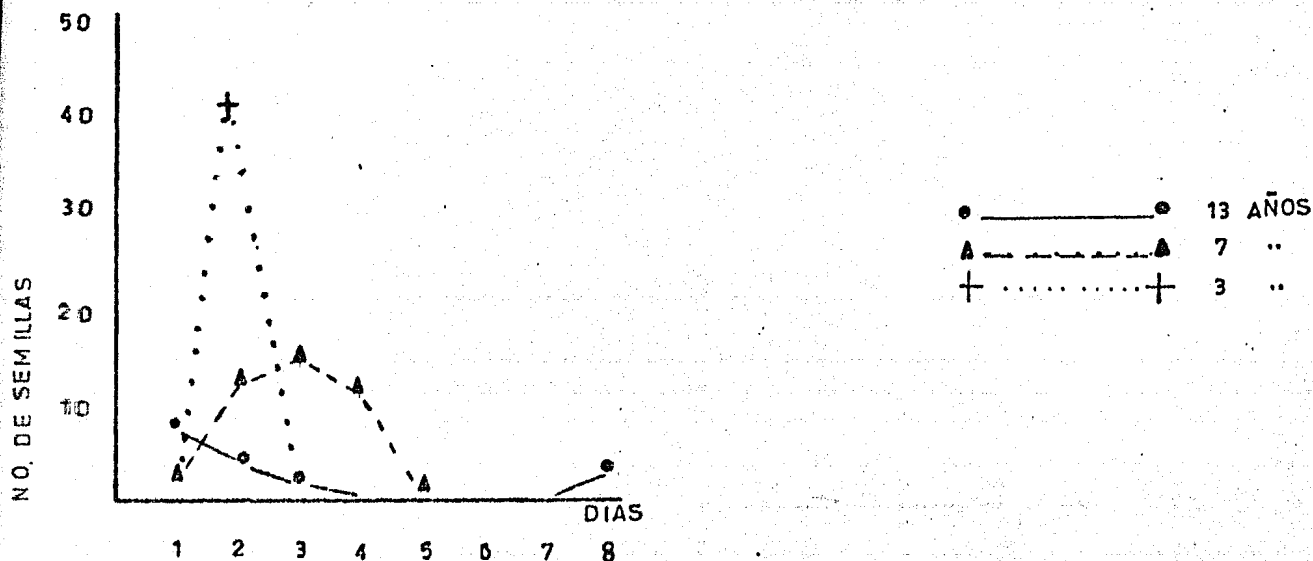
HGO. 55-253 X CHII-148-2-2-1

FIG. 11-B



HGO. 55-477 X HGO. 4-5-4-2-1

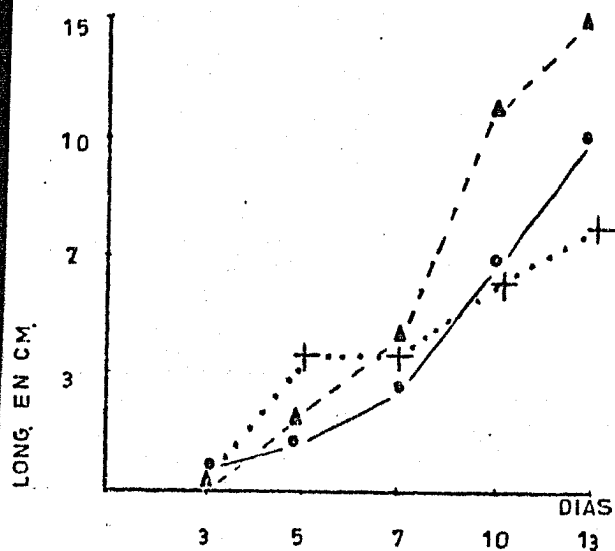
FIG. 11-C



H-131

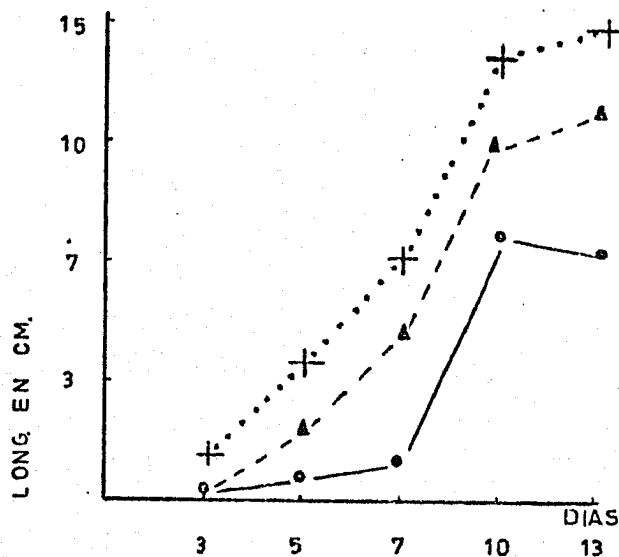
FIGURA 12. Tasa de crecimiento en cm/día del ápice de cruces simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 12-A



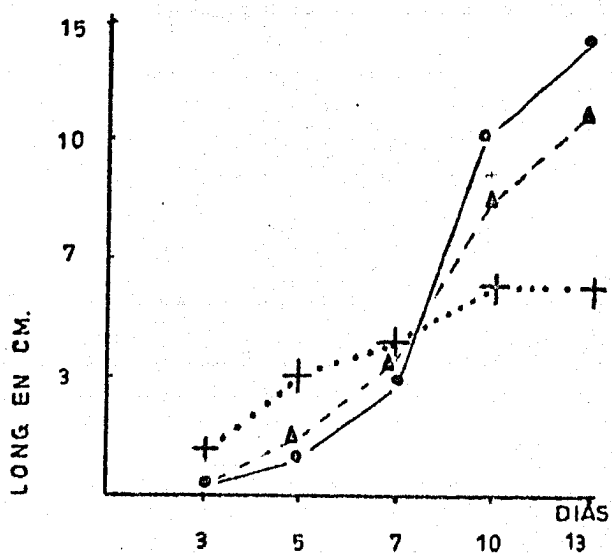
HGO. 55-253 X CHII-148-2-2-1

FIG. 12-B



HGO. 55-477 X HGO. 4-5-4-2-1

FIG. 12-C

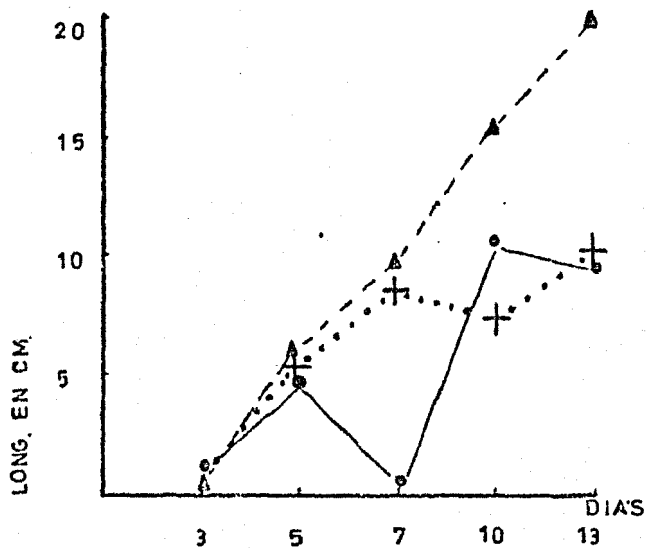


H-131

● ————— ● 13 AÑOS
 ▲ ————— ▲ 7 " "
 + ··········· + 3 " "

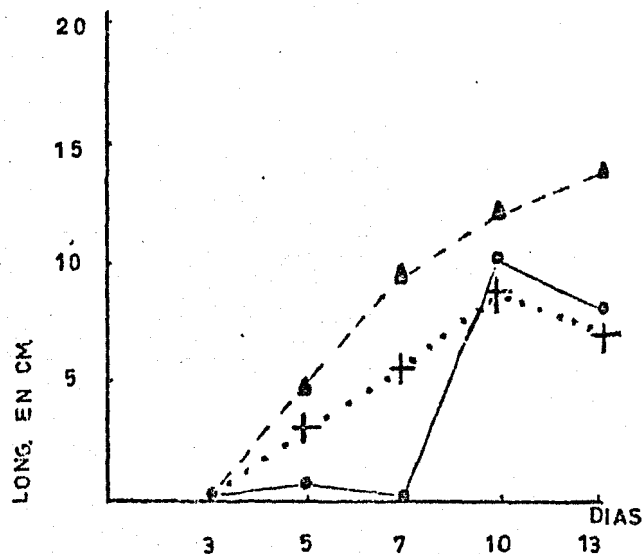
FIGURA 13. Tasa de crecimiento en cm/día de la radícula de cruza simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 13-A



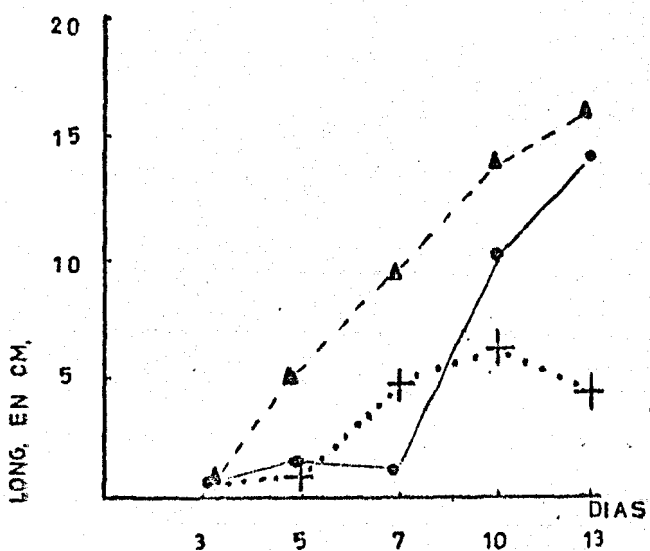
HGQ 55-253 X CH 148-2-2-1

FIG. 13-B



HGQ 477 X HGQ 4-5-4-2-1

FIG. 13-C



H-131

○	—	○	13 AÑOS
△	- - -	△	7 ..
+	+	3 ..

FIGURA 14. Tasa de crecimiento en $\text{cm}^2/\text{día}$ del área radicular de cruza simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 14-A

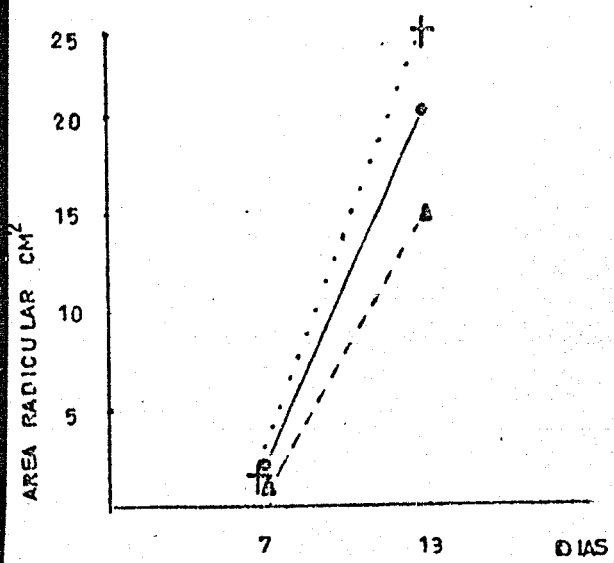
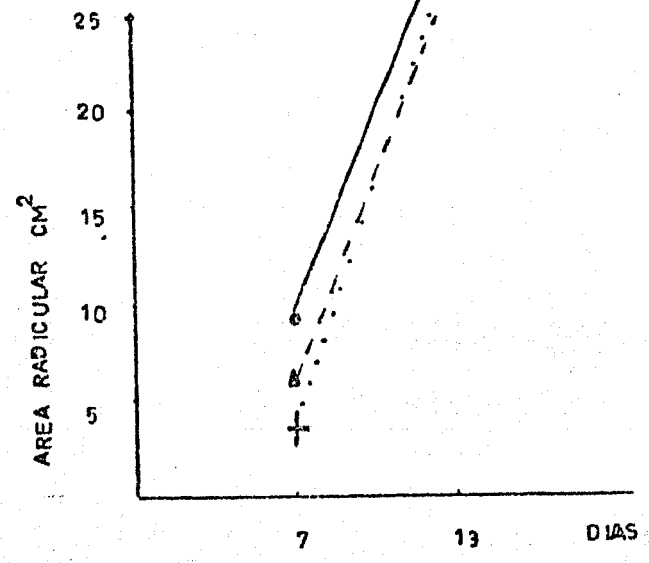


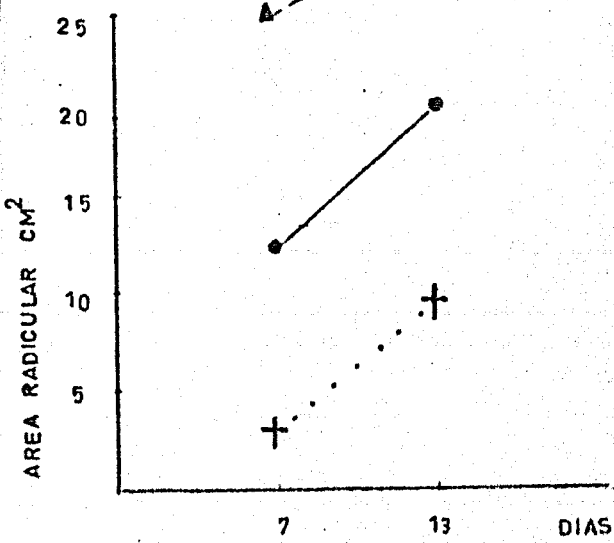
FIG. 14 - B



HGO. 55 - 253 X CHII - 148

HGQ 55-477 X HGO 4-5-4-2-1

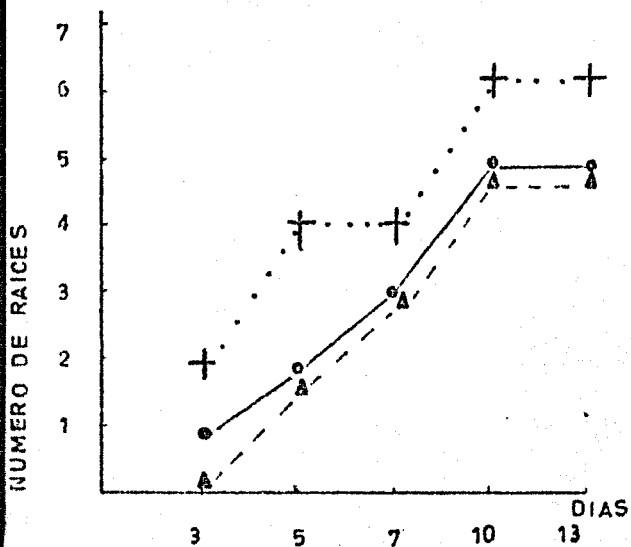
FIG. 14-C



● ————— ● 13 AÑOS
 ▲ - - - - - ▲ 7 "
 + ······· + 3 "

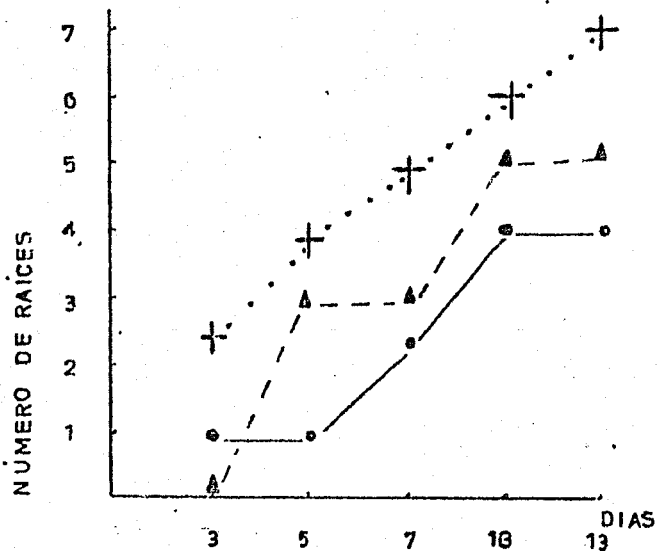
FIGURA 15. Tasa de crecimiento del número de raíces seminales por día de cruza simples y doble que integran al híbrido de maíz H-131.

FIG. 15-A



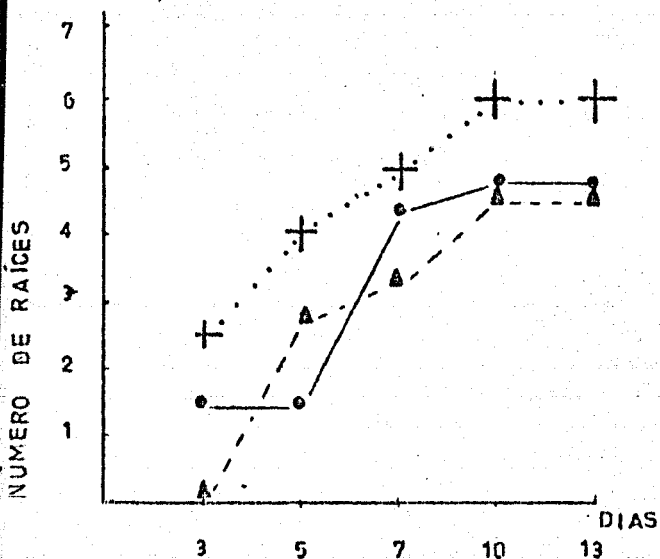
HGO, 55 - 253 X CHJ-148-2-2-1

FIG. 15-B



HGO, 55 - 477 X HGO, 4-5-4-2-1

FIG. 15-C



● ————— ● 13 AÑOS
 ▲ - - - - - ▲ 7 ..
 + ······ + 3 ..

H-131