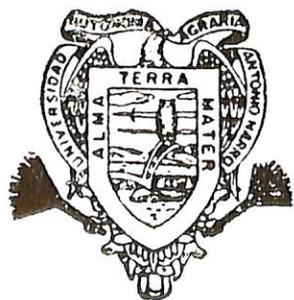


APTITUD COMBINATORIA PARA VIGOR DE SEMILLA
DE MELON (*Cucumis melo* L.)

GERARDO RAMIREZ ROSALES

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

JUNIO DE 1993

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:

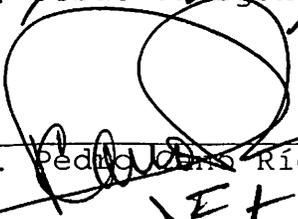
MAESTRO EN CIENCIAS EN
TECNOLOGIA DE SEMILLAS

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal


Ph.D. Jesús Ortegón Pérez

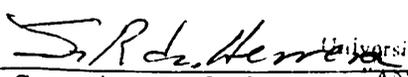
Asesor

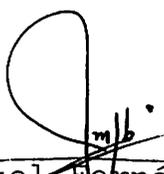

Ph.D. Pedro Luis Ríos

Asesor


Ph.D. J. Héctor Esparza Martínez

Asesor


Ph.D. Sergio Rodríguez Herrera


Ph.D. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector de Postgrado



BIBLIOTECA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Junio de 1993

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su bondad infinita.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por darme la oportunidad de formarme académicamente.

Al Dr. Jesús Ortega Pérez por su asesoría y participación durante el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Pedro Cano Ríos por la disponibilidad de sus líneas experimentales así como por el apoyo otorgado en todo momento.

Al Dr. J. Héctor Esparza Martínez por su valiosa colaboración y acertadas sugerencias para la realización de este trabajo.

Al Dr. Sergio Rodríguez Herrera por su participación y valiosas sugerencias que hicieron posible la finalización de esta tesis.

A la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos por las facilidades brindadas para estudiar la Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Por su participación en el desarrollo tecnológico de nuestro país mediante el otorgamiento de becas.

A los ingenieros Arnoldo Martínez Cano y Arturo Suarez García por el apoyo que siempre me han brindado.

A la Srita. Jovita Escobedo por la amabilidad y eficiencia con que atiende los asuntos relacionados con los estudiantes de la maestría en Semillas.

A la Srita. María Adela Cepeda Juárez por su eficiente trabajo en la mecanografía de esta tesis, así como su gran calidad humana.

A todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron a la realización de este trabajo; vaya mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

A mi esposa e hijos:

Ma. Guadalupe Reyes
Gerardo Ramírez
Germaín Ramírez

Por tanto amor y felicidad que me han dado.

A mis padres:

Aurelio Ramírez
Susana Rosales

Por tantas cosas que me han dado y que con nada podría pagar.

A mis hermanos:

Alma Rosa
Rosa María
Ana Luisa
Laura Susana
Aurelio
Carlos Enrique

Por el gran cariño que siento por ellos.

A mis compañeros: Carlos, Wilson, Raúl, Enrique, Carlos Rafael, Dámaso, Margarito, Héctor y Juvenal.

Por tantos momentos que compartimos.

A mis Amigos:

J. Guadalupe Luna Ortega
Jesús Reyes Serrano
Oscar Mata Valle
Humberto Silva Muela
Brigido Saucedo Cisneros
Manuel Flores Compeán.

Por esa amistad que cultivamos desde la infancia.

COMPENDIO

Aptitud combinatoria para vigor de semilla de melón
(*Cucumis melo* L.)

POR

GERARDO RAMIREZ ROSALES

MAESTRIA

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO 1993

- Asesor -

Dr. Jesús Ortegón Pérez

Palabras clave: *Cucumis melo*, vigor de semilla,
aptitud combinatoria.

En este estudio se efectuaron una serie de cruzamientos dialélicos entre seis líneas homocigotas de melón (*Cucumis melo* L.) con la finalidad de conocer el tipo de acción génica que controla el vigor de la semilla, la influencia de efectos maternos, así como el comportamiento de

las líneas para su utilización posterior en la formación de híbridos que expresen un mayor vigor de semilla, se evaluaron el índice de velocidad de emergencia, el peso de 100 semillas y la tolerancia al envejecimiento acelerado (deterioro artificial de la semilla) este último se evaluó a través del porcentaje de germinación, la longitud radicular y de hipocotilo, y el peso seco de plántulas después del tratamiento de la semilla de 42°C y 100 por ciento H.R. durante 48 horas.

Se observó que el envejecimiento acelerado afectó ligeramente el vigor de la semilla. Los efectos génicos aditivos fueron importantes en la expresión del peso de 100 semillas, el índice de velocidad de emergencia y la tolerancia al envejecimiento acelerado. Los efectos génicos no aditivos, también estuvieron involucrados en la expresión de los tres caracteres mencionados, con excepción de la longitud radicular y de hipocotilo después de envejecimiento acelerado. El peso seco de plántulas y el peso de 100 semillas fueron caracteres en los cuales los efectos génicos maternos estuvieron involucrados.

Las líneas CIAN-5 y CIAN-6 pueden ser utilizadas en la formación de variedades de polinización libre que involucre el vigor de la semilla.

El mejor híbrido para tolerancia al deterioro e índice

de velocidad de emergencia lo forman las líneas CIAN-1 X CIAN-4 mientras que para peso de 100 semillas fue aquel formado por CIAN-5 y CIAN-6.

En la continuación de este trabajo es importante correlacionar el comportamiento de las líneas e híbridos para vigor de semilla, con la evaluación para rendimiento y calidad de fruto.

ABSTRACT

Combining ability for seed vigor in muskmelon
(*Cucumis melo* L.)

GERARDO RAMIREZ ROSALES

MASTER IN SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO 1993

- Advisor -

Ph. D. Jesús Ortegón Pérez

key words: *Cucumis melo*, seed vigor, combining
ability.

A series of diallel crosses between six inbreeding lines of muskmelon (*Cucumis melo* L.) were performed in this study in order to find the type of gene action that controls seed vigor, maternal effects as well to know the lines

performance for its subsequent use in the formation of hybrids that express greater seed vigor.

Speed emergence index, 100 seed weight and accelerated aging tolerance (artificial seed deterioration) were evaluated. Aging tolerance was evaluated through germination percentage, root and hypocotil length as well as seedlings dry weight after seed treatment of 42°C and 100 H.R. during 48 hours.

Seed vigor was lightly affected by accelerated aging. Additive gene effects were important in the 100 seeds weight speed emergence index and accelerated aging tolerance expression. Non-additive genetic effects were also involved in the expression of the traits mentioned above, with exception of root and hypocotil length after accelerated aging.

Seedling dry weight and 100 seeds weight were traits where maternal genes effects were involved. CIAN-5 y CIAN-6 can be used on open polinated varieties that involve seed vigor.

The best hybrid for deterioration tolerance and speed emergence index, was CIAN-1 X CIAN-4, while for 100 seeds weight was CIAN-5 X CIAN-6.

For the continuance of this study it will be important to correlate the performance of those lines and hybrids for seed vigor with yield and quality fruit evaluation.

Indice de Contenido

	Página
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	6
Generalidades sobre el cultivo	6
El vigor de la semilla	9
Aptitud combinatoria con relación a la calidad de la semilla	18
MATERIALES Y METODOS	25
Cruzamientos y extracción de semilla	25
Area de estudio	
Material genético	26
Material para el crecimiento y cruza- miento de plantas	26
Extracción de semillas del fruto	28
Evaluación del vigor de semilla	29
Area de estudio	29
Método de evaluación	30
Tratamiento y análisis estadístico	33
RESULTADOS Y DISCUSION	37
CONCLUSIONES	76
RESUMEN	79
LITERATURA CITADA	82
APENDICE	88

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1	Cruzamiento y autofecundaciones realizadas en CENID-RASPA, Gómez Palacios, Dgo. 1992.	28
4.1	Análisis de varianza para el caracter peso de 100 semillas de líneas e híbridos de melón originados en CENID-RASPA INIFAP. 1992.	37
4.2	Efecto de aptitud combinatoria general (gi), específica para el caracter peso de 100 semillas de líneas e híbridos de melón originados en CENID-RASPA. INIFAP-1992.	39
4.3	comparación de efectos de ACG para el caracter peso de 100 semillas a través de una prueba de diferencia mínima significativa.	40
4.4	Comparación de efectos de aptitud combinatoria específica para el caracter de peso de 100 semillas a través de una prueba de diferencia mínima significativa.	42
4.5	Efectos recíprocos (rij) para peso de 100 semillas de líneas e híbridos de melón.	43
4.6	Comparación de efectos recíprocos (rij) para el caracter peso de 100 semillas en melón.	44
4.7	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de líneas y cruza de melón formadas en INIFAP-CAELALA para porcentaje de germinación longitud de hipocotilo, longitud de radícula y peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado 1992.	49
4.8	Comparación de significancia de los efectos de aptitud combinatoria general para los caracteres longitud de hipocotilo y radícula.	

	la de plántulas después de envejecimiento acelerado.	51
4.9	Efectos de aptitud combinatoria general y específica para por ciento de germinación DEA (arriba de la diagonal) y peso seco de plántulas DEA. (abajo de la diagonal) entre líneas y cruza de melón.	53
4.10	Comparación de efectos de aptitud combinatoria general para los caracteres por ciento de germinación y peso seco de plántulas, después de envejecimiento acelerado.	55
4.11	Comparación de efectos de aptitud combinatoria específica para el carácter por ciento de germinación después de envejecimiento acelerado.	56
4.12	Comparación de efectos de aptitud combinatoria específica para el carácter peso seco de plántulas, después de envejecimiento acelerado.	57
4.13	Efectos recíprocos para peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado de cruza de melón.	59
4.14	Comparación de efectos recíprocos para peso seco de plántulas, después de envejecimiento acelerado de cruza de melón.	60
4.15	Cuadrados medios para índice de emergencia y emergencia total de líneas e híbridos formados en CENID-RASPA, Gómez Palacios, Dgo.	66
4.16	Efectos de aptitud combinatoria general y (gi) específica para índice de emergencia en melón.	68
4.17	Comparación de efectos de aptitud combinatoria general para el carácter índice de emergencia de	

	líneas de melón.	69
4.18	Comparación de efectos de aptitud combinatoria específica para el carácter índice de emergencia en cruzas de melón.	71

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
4.1	Indice de emergencia de CIAN-1 e híbridos en que participa.	62
4.2	Indice de emergencia de CIAN-2 e híbridos en que participa.	62
4.3	Indice de emergencia de CIAN-3 e híbridos en que participa.	63
4.4	Indice de emergencia de CIAN-4 e híbridos en que participa.	63
4.5	Indice de emergencia de CIAN-5 e híbridos en que participa.	64
4.6	Indice de emergencia de CIAN-6 e híbridos en que participa.	64

INTRODUCCION

El melón (*Cucumis melo* L.) es un cultivo de importancia en el mundo y su producción se encuentra ampliamente distribuída, pues las condiciones ecológicas requeridas para su explotación se satisfacen en varios países entre los que podemos mencionar a China, Estados Unidos, Egipto y México entre otros; en algunos de los cuales debido a su alta tecnología de producción se llegan a obtener volúmenes considerables (Cuadro A.1).

México con una producción promedio anual de 409 ton y una superficie aproximada de 30,000 has ocupa el quinto lugar en importancia en el contexto mundial y participa con poco más del cuatro por ciento de la producción total. En el Continente Americano sólo es superado por los Estados Unidos. Los principales Estados productores son: Michoacán (6,810 ha), Nayarit (6,100 ha) y Guerrero (5,401 ha) los cuales suman 54 por ciento aproximadamente de la superficie total de nuestro país.

El melón se cultiva en México tanto en primavera-verano como en otoño-invierno, siendo este último donde se cosecha la mayor superficie para exportación, la cuál se

envía principalmente a los Estados Unidos. Islas (1992) menciona a Japón como un importador potencial de melón mexicano lo que incrementaría la rentabilidad a los agricultores así como la captación de divisas. Por lo que respecta al ciclo primavera-verano, esta se produce básicamente para abastecer el mercado nacional.

En relación a la Comarca Lagunera el melón está considerado como la hortaliza de mayor importancia tanto del punto de vista económico como social, ya que además de ser remunerativa genera empleo adicional a la población del medio rural durante el ciclo primavera-verano.

La producción regional se destina principalmente para el consumo nacional, ya que ésta sale al mercado en una época en la cual el resto de las zonas productoras en México no lo producen, además de que las condiciones de temperatura ambiente y características de suelo favorecen la acumulación de sólidos solubles lo que le da mayor calidad y aceptación por los consumidores.

Sin embargo, coincide con la época en que los valles de Texas, California y Arizona en los Estados Unidos se encuentran en plena producción, lo cual limita la posibilidad de exportación al mercado del vecino país del norte.

En los últimos 15 años, en la región lagunera ha

existido la tendencia a incrementar la superficie de melón en tal forma que en el año de 1992 se establecieron 5,618 ha con una producción media de 18,379 ton/ha (Cuadro A.2) lo que la sitúa dentro de las principales regiones productoras del país.

Actualmente se estima, según encuesta realizada por Espinoza en 1991 que un 45 por ciento o más de la superficie que se siembra en la Laguna se establece con semilla de híbridos comerciales los cuales destacan por su uniformidad, rendimiento y calidad de fruto. Cabe mencionar que dicha semilla y la de variedades de polinización libre son originadas y distribuidas por empresas de capital norteamericano, siendo su costo elevado y generando además fuga de divisas. Por otra parte y por el hecho de ser formado bajo condiciones diferentes a las de la región lagunera se corre el riesgo de que sea susceptible a alguna enfermedad o que en forma general no se adapte.

Una de las razones por la cual no se produce semilla de melón en México es, entre otras, la falta de trabajos de investigación orientados a la formación de líneas o variedades que puedan ser utilizadas con material original para la producción de semilla comercial. De esto se origina la importancia de realizar estudios cuyos objetivos sean los de generar tecnología integral para la producción de semilla.

Es por esto que a partir de 1988 se iniciaron una serie de trabajos en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Campo Experimental la Laguna, con la finalidad de obtener líneas puras, para utilizarlas en la formación de híbridos, así como variedades resistentes a la cenicilla, enfermedad de mayor importancia en la región causada por el hongo *Sphaerotheca fuliginea*; en la formación de estos materiales se han considerado además aspectos de calidad de fruto como son: contenido de sólidos solubles (grados brix), diámetro polar y ecuatorial, tipo de red, presencia de costillas, etc.

De los trabajos efectuados en el INIFAP se han seleccionado seis líneas para someterlas a un análisis dialélico y obtener las mejores, en base a su aptitud combinatoria, para utilizarlas en la formación de híbridos. Sin embargo, no existe información relacionada con la herencia de algunos caracteres importantes relacionados con el vigor de la semilla de melón (peso de 100 semillas, peso volumétrico, resistencia al deterioro, rapidez de germinación, etc), por lo que estos caracteres deben ser considerados en la formación y liberación de un nuevo híbrido ya que determinan tanto el éxito en el establecimiento del cultivo como la longevidad durante el almacenamiento además de otros aspectos de importancia. Es por esto que el presente estudio se enfoca en analizar las líneas prometedoras generadas por INIFAP en relación a su aptitud combinatoria para vigor de semilla.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar el tipo de acción génica involucrada en algunos caracteres relacionadas con el vigor de la semilla de melón.

- Determinar la importancia de los efectos maternos en la expresión del vigor de la semilla de melón.

- Identificar líneas con mejor vigor de semilla para su empleo posterior en la formación de híbridos de melón.

Las Hipótesis Planteadas Fueron:

Los caracteres bajo estudio (peso 100 semillas, resistencia al deterioro e índice de emergencia) están determinados por efectos génicos aditivos.

- Los efectos maternos influyen en la expresión del vigor de la semilla de melón.

- Las líneas de melón varían en su respuesta de aptitud combinatoria general y específica para vigor de semilla.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades Sobre el Cultivo

Origen del Cultivo

Existen evidencias que nos indican que el melón es originario de Africa. Debido a que algunas formas silvestres de *Cucumis melo* fueron encontradas en el oriente de Africa al sur del Sahara. Las formas silvestres reportadas de la India son probablemente derivadas de cultivares locales. El género *Cucumis*, con excepción del pepino es un genoma africano con X=12. El melón ha sido evidentemente el "recién llegado" a la lista de los cultivos del hombre. Una vez domesticado, sin embargo, se ha explotado en una gran cantidad de cultivares, particularmente en India, la cual puede ser considerada como un centro secundario. Los cultivares de (*Cucumis melo* L.) fueron rápidamente dispersados a Europa y más recientemente a las Américas, (Whitaker 1976).

Descripción Botánica

El melón es una planta herbácea, rastrera, que pertenece a la familia de las cucurbitáceas con tallos

pubescentes ásperos, provistos de zarcillos y un sistema radical bastante ramificado, establecido en los primeros 30 cm del suelo. El tallo de la plántula se extiende alrededor de 1.20 m formando la guía principal de la planta. De las primeras axilas de las hojas de la guía principal emergen de tres a cuatro ramas primarias, las cuales pueden ser iguales o más largas que la principal y pueden alcanzar 3 cm de longitud. Las guías secundarias emergen tanto de la guía principal como de la guía primaria. Las hojas, lobuladas o reniformes, vellosas, pueden alcanzar de 7 a 15 cm de largo por otro tanto de ancho.

Las flores son de color amarillo y se producen en las axilas de las hojas. Las flores masculinas nacen en grupo, en las axilas de las hojas de la guía principal y guías primarias, las flores productoras de fruto son hermafroditas, y femeninas, ambas nacen en forma solitaria en las hojas de las guías secundarias.

Bajo condiciones favorables los primeros frutos crecen en las guías secundarias cercanas a la corona de la planta, a dichos melones se les denomina "tronconeros" y casi siempre son los de mayor peso y calidad. Cuando se presentan condiciones desfavorables o deficiente polinización, las primeras flores hermafroditas abortan después que la flor se abre y el amarre del fruto se lleva acabo en nudos más distantes de la corona, lo que ocasiona un retraso en el

inicio de la cosecha. Generalmente existen dos ciclos de amarre del fruto y bajo condiciones óptimas puede existir un tercer ciclo. Aún cuando las condiciones óptimas sean las más favorables las plantas de melón rara vez llegan a producir más de tres melones de óptima calidad, (Cano et al., 1992).

Los frutos son redondos u oblongos, de cáscara lisa, verrugosa o reticulada; por lo general de color anaranjada, amarillo o verde; en la mayoría hay suturas (costillas), pero en algunos están ausentes.

La pulpa de este fruto a punto en su madurez, es blanda, perfumada a casi inodora, dulce y acuosa. Las semillas son muy numerosas, son de tamaño regular, ovaladas y achatadas.

Requerimientos Climáticos y Edáficos

El melón es un cultivo anual, de ciclo corto, sensible a las heladas que necesita largos períodos de calor para lograr un desarrollo favorable y una buena madurez, requiere temperaturas comprendidas entre 18 y 23°C. Se cultiva preferentemente en climas tropicales y en zonas mediterráneas, prosperando mejor en climas secos con días soleados para más alta calidad de los frutos, (Islas, 1992). Su cultivo exige suelos ricos, de primera calidad, esponjosos y de consistencia media, (Espinoza, 1987).

Composición Química del Fruto y Semilla

Esta curcubitácea, es una rica fuente de vitaminas A y C, necesarias para la nutrición y desarrollo, cuyo comportamiento como catalizadores coloidales en cantidades infinitamente pequeñas son esenciales para el normal funcionamiento del organismo. Por su composición al igual que todas las frutas ejerce una acción reguladora de las actividades digestivas; produce efectos depurativos, refrescantes y alcalinizadores, debiendo formar parte de la dieta diaria. Tiene una composición aproximada de 89.5 partes de agua, 9.3 de carbohidratos, 0.6 de cenizas y 0.6 partes de proteína (Islas, 1992).

La semilla de melón en base a peso seco consiste de 53.6 por ciento de testa y 46.4 de grano. El contenido de proteína, grasa y fibra son 16.4, 23.1 y 47.7 por ciento respectivamente (Kamel *et al.*, 1985).

El Vigor de la Semilla

Definición e Importancia de Vigor

Andrews (1973) definió la calidad de las semillas como el grado de excelencia asumido por éstas cuando son comparadas con un estándar aceptable, clasificándolas como buenas, medianas o de pobre calidad. Por otra parte Delouche

(1969) mencionó que el término calidad es aplicado a la semilla e involucra varias características importantes: pureza varietal, condición y apariencia física, condición fisiológica infección e infestación con plagas o enfermedades, es decir es la integral de cuatro componentes básicos: componente genético, fisiológico, físico, y sanitario. El vigor de la semilla está íntimamente relacionado con el potencial de almacenamiento y de la viabilidad y se encuentra ubicado dentro del componente fisiológico.

El término vigor fue definido por Perry (1973) como "propiedad fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el ambiente la cual determina la habilidad de una semilla para producir rápidamente una plántula en el suelo, además de tolerar un amplio rango de factores ambientales". En su definición, Perry manifestó la importancia del genotipo en la expresión del vigor de la semilla.

Posteriormente en 1977 el Comité de Pruebas de Vigor de la ISTA (International Seed Testing Association); Perry (1978) propuso la siguiente definición: "El vigor de la semilla es la suma de aquellas propiedades que determinan el nivel potencial de actividad y comportamiento de la semilla o de un lote de semilla durante la germinación y emergencia de la plántula. En esta definición la ISTA no expresa a que

propiedades se refiere pero es lógico pensar que el genotipo juega un papel importante dentro de estas propiedades, además del efecto de las condiciones ambientales prevalecientes, durante y después de la formación de la semilla.

La calidad de la semilla según Cantliffe y Tigchelaar (1980) involucra además de la pureza genética y la alta viabilidad, la capacidad de la semilla para germinar uniformemente bajo condiciones no óptimas de suelos, temperatura y humedad y que de dicha capacidad depende el establecimiento rápido de los cultivos. Por otra parte Abdul-Baki (1980) consideró a una semilla vigorosa aquella capaz de expresar una rápida, uniforme y alta emergencia bajo un amplio rango de condiciones ambientales, las cuales pueden incluir temperatura extrema, déficit de humedad en el suelo, infestación con patógenos, altos niveles de sustancias tóxicas y textura desfavorable. Abdul-Baki (1980), mencionó además que el grado de adaptación de las semillas para germinar a diferentes condiciones ambientales está genéticamente determinado.

Por otro lado la Asociación Oficial de Análisis de Semillas (AOSA) (1983) enlistó algunos aspectos relacionados con diferencias en la expresión del vigor de una semilla: 1. Procesos y reacciones bioquímicas durante la germinación tales como reacciones enzimáticas y actividad respiratoria:

2. Tasa y uniformidad de germinación y crecimiento de plántula. 3. Tasa y uniformidad de emergencia de plántula y crecimiento en campo: 4. Habilidad para emerger bajo un amplio rango de condiciones.

Los factores que determinan el nivel de vigor de una semilla han sido ampliamente mencionados por diversos investigadores e incluyen principalmente constitución genética, medio ambiente, nutrición de la planta madre, integridad mecánica, edad y patógenos (Delouche, 1971, Heydecker, 1973; McDonald, 1975 y Perry 1981).

Considerando las citas anteriores podemos observar que la constitución genética (potencial genético) es el componente de mayor importancia en la manifestación del vigor de una semilla y que de acuerdo con Dickson (1980) éste no ha sido suficientemente explotado. Quizá debido a lo anterior Delouche (1985) mencionó como una estrategia a largo plazo el incluir en programas de mejoramiento genético caracteres relacionados con la calidad de la semilla, y que dicha estrategia debe ser orientada a las siguientes áreas: resistencia al deterioro en campo; aumento de la longevidad durante el almacenamiento; mejoramiento de la capacidad de germinación y de emergencia bajo condiciones ambientales no propicias y obtención de plántulas con mayor resistencia mecánica.

Medición del Vigor

Los métodos para evaluar el vigor han sido considerados en publicaciones de la AOSA (1983) e ISTA (Perry, 1981).

Existen una serie de eventos asociados con la pérdida de vigor de una semilla (deterioro), como pueden ser cambios en la integridad de las membranas lo que da lugar a que organelos importantes como las mitocondrias y retículo endoplásmico se vean seriamente afectadas, consecuentemente el nivel de ATP disminuye, es decir hay una disminución en la fuente de energía (AOSA, 1983).

Algunos autores han observado cambios en el nivel de respiración (Woodstock y Grabe, 1967); ATP (Ching, 1973) y RNA (Van Onckelen et al. 1973) después del envejecimiento natural o artificial.

La AOSA (1983) menciona que como resultado de estos cambios, la tasa de germinación disminuye culminando en una pérdida de la uniformidad del lote. Además de lo anterior pueden asociarse otros eventos como pérdidas del potencial de almacenamiento, susceptibilidad a enfermedades y a condiciones no óptimas tanto ambientales como biológicas lo que reduce la emergencia en campo, esto puede manifestarse a través de un aumento en la cantidad de plántulas anormales.

Debido a los cambios tanto bioquímicos como fisiológicos que ocurren durante el proceso de deterioro (pérdida de vigor) de la semilla se han presentado diferentes estrategias para evaluar el vigor, clasificando las pruebas como directas a indirectas (AOSA, 1983), bioquímicas y fisiológicas (Woodstock, 1973), dentro de estas últimas se encuentran la evaluación y crecimiento de plántulas, longitud de plúmula, mientras que las pruebas bioquímicas incluyen a la prueba de conductividad eléctrica, actividad enzimática y tasa respiratoria entre otras. Posteriormente, McDonald (1975) adicionó la categoría de pruebas físicas en las cuales se incluye el tamaño de la semilla, peso volumétrico y peso de 100 semillas (peso semilla) ya que estos factores están asociados y dan una indicación del vigor de una semilla.

Por otra parte Pollock y Ross (1972) sugirió la clasificación de pruebas de estrés y pruebas rápidas, ya que las primeras nos dan una indicación de la capacidad que tiene la semilla para resistir condiciones adversas tanto en el almacenamiento como durante la siembra y dar lugar a plántulas normales durante la germinación, dentro de éstas se encuentran: la prueba de envejecimiento acelerado, germinación a bajas temperaturas, prueba fría, potenciales osmóticos, etc. En relación a las pruebas rápidas éstas se basan en la evaluación de reacciones bioquímicas asociadas al vigor y que son llevadas a cabo en un período corto de tiempo pertenecen a estas las pruebas de tetrazolio y de

conductividad y algunas pruebas relacionadas con la actividad enzimática.

En una manera general podemos decir que toda evaluación en la cual se somete a la semilla a un estrés; se determine la rapidez de emergencia, se analicen los componentes físicos como el peso y tamaño de la semilla o la composición química de la misma, es una forma directa o indirecta de evaluar el vigor.

La evaluación del vigor de la semilla en melón ha sido llevada a cabo por varios investigadores, con la finalidad de conocer diferencias entre pruebas, cultivares y lotes, como es el caso de Pesis y Timothy (1983) quienes evaluaron la viabilidad, el vigor y la pérdida de electrólitos en semillas de dos cultivares de melón después de someterlas a envejecimiento acelerado, detectando una diferencia marcada en la respuesta de las dos variedades en la germinación del laboratorio, campo e invernadero, lo que hace evidente la existencia de un control genético sobre la resistencia al deterioro y sobre la capacidad de germinación; concluye, además que la prueba de conductividad de lixiviados no es adecuada para medir el vigor en semillas de melón, pues la germinación y el vigor declinan severamente antes de que ocurra un incremento en la pérdida de electrólitos.

Posteriormente Doijode (1985) evaluó la germinación

y el vigor de la semilla de diferentes cultivares de melón después de someterla a envejecimiento acelerado (40°C, 90 por ciento de humedad relativa por ocho días) observando que algunos de los genotipos resistieron más el envejecimiento lo que confirma las diferencias genéticas para la longevidad de las semillas en el cultivo del melón.

Tiempo después Doijode (1989) evaluó el efecto del envejecimiento acelerado al someter a las semillas de calabaza de invierno (*Cucurbita máxima*)- una especie de la familia de las cucurbitáceas al igual que el melón- a una temperatura de 40 °C y 90 por ciento humedad relativa por 20 días, encontrando una disminución en la germinación (0-14 por ciento) después del tratamiento; además sugirió un período de envejecimiento no mayor de ocho días para evaluar el potencial de almacenamiento.

Por otra parte, Pandey et al. (1990) compararon diferentes pruebas para evaluar el vigor en semillas de melón detectando que las pruebas de Brick Gravel, envejecimiento acelerado, y deterioro controlado dan una mejor indicación de emergencia en campo en melón que las pruebas germinación estándar, conductividad lixiviados y tasa de crecimiento de plántulas.

Un carácter relacionado con el vigor de la semilla que ha recibido más atención en el cultivo del melón es la

tolerancia a bajas temperaturas ya que éstas pueden limitar severamente la germinación de las semillas y el desarrollo de plántulas en los cultivos de estación calurosa (Hutton y Loy, 1985).

Edelstein y Kigel (1990) evaluaron la germinación de cultivares de melón bajo condiciones adversas de temperatura y encontraron diferencias genéticas marcadas en la respuesta de ambas variedades.

Por otra parte Hutton y Loy (1991) y Nerson et al (1982) identificaron genotipos de melón capaces de germinar a bajas temperaturas (15°C), posteriormente Hutton y Loy, (1992) considerando que el conocimiento de la genética para la germinación en frío es limitada en especies de hortalizas, realizaron una evaluación para conocer la herencia de este carácter en el cultivo del melón, y encontraron que los efectos maternos están presentes, además de genes nucleares, por lo que considera que esta información debe ser utilizada por los fitomejoradores para la formación de nuevos genotipos.

Edelstein et al. (1991) observaron que el número promedio de días para germinar en melón fue mayor a bajas que a altas temperaturas, pero no hubo diferencia entre genotipos sensitivos y tolerantes al frío. Además encontraron que la germinación no estuvo correlacionada con la emergencia y el

crecimiento de plántulas, por lo que sugieren que la capacidad de germinar a bajas temperaturas no predice el comportamiento durante la emergencia o desarrollo temprano en el cultivo del melón.

La salinidad es otro aspecto que afecta el establecimiento de los cultivos, por lo que Shannon *et al.* (1984) evaluaron la germinación y emergencia de 43 genotipos de melón bajo condiciones salinas y observaron que la longitud de la radícula y la emergencia total se vieron reducidas. Sugiere además que se explore la variabilidad existente para tolerancia a salinidad a través de programas de selección, sin embargo Shannon no menciona el tipo de acción génica que controla este carácter.

Aptitud Combinatoria Con Relación a la Calidad de Semilla.

La aptitud combinatoria general describe el valor de mejoramiento del material progenitor y fue definido por Sprague y Tatum, 1942 como: "aptitud combinatoria general (ACG) es el comportamiento medio de una línea en combinación híbrida", mientras "la aptitud combinatoria específica (ACE) es la desviación de varias cruzas del comportamiento esperado en la base de aptitud combinatoria general".

De acuerdo con Meredith (1984) el análisis de aptitud combinatoria tiene su mayor uso en programas de mejoramiento

que son diseñados para explotar heterosis mediante la producción de híbridos F1. Estos análisis también proveen información acerca del tipo de acción génica que está presente en la población base y lo cual ayuda en la elección del material progenitor para ser usado en la producción de cruas y poblaciones segregantes.

La aptitud combinatoria general, ACG está relacionada con los genes con efectos aditivos y/o aditivos por aditivos, mientras que la aptitud combinatoria específica consiste en los efectos de dominancia y todos los efectos epistáticos (Rojas y Sprague, 1952 y Matzinger, 1963). La evaluación de la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) en el cultivo del melón ha sido llevada a cabo por algunos investigadores entre los que podemos citar a Lippert y Legg (1972); Chadha y Nandpuri (1980) y Kalb y Davis (1984), ellos coinciden en que la ACE tuvo significancia para algunos caracteres pero es de menor magnitud que la ACG, asimismo mencionan la importancia de la acción génica aditiva y en menor escala la acción de dominancia. Cabe mencionar que estos investigadores evaluaron solo caracteres de la planta y el fruto sin considerar la calidad de la semilla.

No existe información acerca de la forma en que son controlados genéticamente algunos caracteres importantes relacionados con el vigor de la semilla de melón por lo que

en las siguientes citas se mencionan los estudios de aptitud combinatoria efectuados en diferentes cultivos por medio de los cuales se pretende tener una idea clara de la importancia de estos trabajos, así como una interpretación de los resultados.

Singh (1982) efectuó un análisis de aptitud combinatoria para peso del grano y sus componentes en el cultivo del arroz realizando todas las cruzas posibles con seis progenitores, sin incluir las cruzas recíprocas, Singh observó que tanto los efectos de aditividad como de dominancia fueron importantes para los caracteres estudiados.

Posteriormente Rui y Zhao (1983) y Kalaimani y Sundaram (1987, 1988) observaron que los efectos aditivos fueron importantes para longitud y peso del grano en arroz mientras que los efectos aditivos, de dominancia y epistásis lo fueron para grosor del grano.

En un análisis de cruzas dialélicas involucrando líneas diferentes en el carácter peso de 1000 semillas en maíz, Vendeneev et al. (1986) determinaron que dicho carácter está controlado por genes con efectos aditivos y de dominancia y además observó variabilidad en la dirección de la dominancia y en la contribución de genes recesivos y dominantes de acuerdo con las condiciones ambientales

Posteriormente, Badwall y Labana (1987) determinaron que las varianzas de aptitud combinatoria general y específica fueron significantes para el tamaño de semilla y contenido de proteína en mostaza india (*Brassica juncea*), pero para el carácter contenido de aceite sólo fue significativa la aptitud combinatoria específica. Por lo que los efectos génicos no aditivos fueron importantes para los tres caracteres.

El tipo de acción génica involucrada en el peso de la semilla de pepino (*Cucumis sativus* L.) fue estudiada por Globerson, et al. (1987) encontrando que los efectos génicos aditivos y de dominancia estuvieron involucrados, y la heredabilidad estuvo en un rango de 26 a 56 por ciento.

Nievwhof et al. (1989) realizaron un análisis dialélico en el cultivo del tomate y encontraron que el peso de la semilla F1 estuvo determinada por efectos maternos sin embargo al analizar la semilla F2 concluyó que ambos progenitores están involucrados y que además el carácter está controlado por genes aditivos.

La composición química de la semilla es un aspecto que ha sido estudiado a través de análisis de aptitud combinatoria, principalmente por la importancia que tienen algunos componentes como las proteínas, en la alimentación humana; sin embargo existe una alta relación entre éstas y el

vigor de la semilla (Abdul-Baki, 1980).

Chauhan y Singh (1983) observaron que la varianza de aptitud combinatoria general y específica fueron altamente significativas para el contenido de proteínas y aceite en el cultivo de la soya, por lo tanto están involucrados efectos aditivos y no aditivos en la expresión de este carácter.

Por otra parte, Gupta et al. (1988). encontraron que las varianzas para aptitud combinatoria general y específica fueron altamente significantes para contenido de proteínas triptófano y almidón en el cultivo del arroz.

Posteriormente Silvero et al. (1989) efectuaron una serie de cruza dialélicas en el cultivo de lino oleaginoso observando que la aptitud combinatoria general y específica fueron significantes para contenido de aceite en la semilla.

Bdliya y Burris (1988) efectuaron un análisis dialélico en el cultivo del maíz, para determinar la aptitud combinatoria general y específica (ACG y ACE) para el carácter resistencia al secado de la semilla, evaluaron la germinación a altas y bajas temperaturas, después de efectuar dicho proceso, encontrando que el efecto materno fue mayor que la ACG y ACE para la prueba de germinación en calor; mientras que la ACG fue mayor que la ACE y efecto materno para la germinación en frío; lo que sugiere que los efectos

aditivos y maternos son más importantes que los no aditivos para la tolerancia al secado proceso que afecta el vigor de la semilla.

Los análisis dialélicos han sido llevados a cabo para caracteres relacionados con el vigor de la semilla como es el caso del estudio realizado por Gupta y Basak (1983) quienes evaluaron la rapidez y el porcentaje de germinación, longitud de plántulas e hipocotilo, así como peso seco de la plántulas en el cultivo de lino, y observaron que la heredabilidad en sentido estricto fue baja ya que estos caracteres están determinados por efectos génicos de tipo no aditivo.

Por otra parte Kaw (1988) observó que los efectos de aptitud combinatoria general fueron más importantes que los de aptitud combinatoria específica para la capacidad a germinar a bajas temperaturas en el cultivo de arroz, por lo que los efectos génicos aditivos son importantes y en menor grado los no aditivos.

Por otra parte Miura et al. (1988) realizaron un análisis dialélico para conocer el tipo de acción génica involucrada en la rapidez de germinación de *Nicotiana rustica* encontrando que este carácter está afectado por efectos génicos aditivos y no aditivos; y al parecer los efectos maternos también están involucrados.

Como se puede observar en las citas anteriores, los análisis dialélicos se han utilizado para calcular las aptitudes combinatorias para caracteres relacionados con la semilla, sin embargo, en el cultivo del melón quizá por ser un cultivo considerado en algunas partes como elitista, en donde la investigación la ha realizado principalmente la iniciativa privada, esto no ha sido llevado a cabo, por lo que los estudios de esta naturaleza en nuestro país son de importancia.

MATERIALES Y METODOS

Cruzamiento y extracción de semilla

Area de Estudio

La parte experimental de invernadero se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Nacional de Investigaciones y Desarrollo - de la Relación Agua Suelo Planta atmósfera CENID-RASPA perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias ubicado en el kilómetro 6.5 margen derecho del canal principal Sacramento, en el municipio de Gómez Palacio, Dgo.

La extracción de la semilla se realizó en el Campo Experimental de la Laguna perteneciente al INIFAP, el cual está situado en el km 17 de la Carretera-Torreón Matamoros, Coah., en la Comarca Lagunera.

La región lagunera está ubicada entre los paralelos 24° 59' y 26° 53' latitud norte, meridiano 101 y 104° al oeste de Greenwich. Tiene una altura de 1120 msnm, su clima es seco. Una precipitación media anual de 211 mm, temperaturas semicálida con invierno benigno y lluvias durante el verano siendo la media anual de 21°C, media máxima 30°C y la media mínima 12°C. El período libre de heladas está comprendido

entre el 30 de marzo y el 31 de octubre (media 10 años). Los suelos son de origen sedimentario, cafe-claro, textura arcillosa-arenosa y deficientes en N y P.

Material Genético

La semilla de las 6 líneas usadas en el estudio se identifican actualmente dentro del Programa de Mejoramiento de Melón del Campo Agrícola Experimental la Laguna SARH/INIFAP éstas fueron seleccionadas en base a características favorables como resistencia a cenicilla (*Sphaerotheca fuliginea*) ausencia de suturas y grados brix, etc. como: CIAN-1, CIAN-2, CIAN-3, CIAN-4, CIAN-5 y CIAN-6.

Materiales para el Crecimiento y Cruzamiento de Plantas

La siembra se llevó a cabo el 6 de mayo de 1992 en un invernadero tipo semicircular, para lo cual se utilizaron bolsas de polietileno negro, de 35 cm de diámetro por 40 de profundidad provistas con arena del río sembrándose 20 plantas por progenitor. Las líneas fueron cultivadas bajo condiciones de hidroponia utilizando un medio estéril y riego por goteo con soluciones nutritivas cuya fórmula fue la siguiente:

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
350	100	300	180	50	5	2

La cual fue aplicada en el riego dos veces al día con una duración por intervalo de 20 minutos.

Las plantas fueron conducidas mediante hilos verticales; además se efectuaron podas a dos nudos para facilitar el manejo y cruzamientos posteriores. Se aplicó el insecticida sistemático (Temik) para el control de pulgón (*Aphis gossyphy*), ya que esta plaga se presentó en las primeras fases de desarrollo.

En la etapa de floración se procedió a efectuar todos los cruzamientos posibles entre las seis líneas (Cruzamientos Dialélicos), así como las autofecundaciones, (Cuadro 3.1). Esto fue con el objetivo de contar con semilla de las cruzas directas F_1 , cruzas recíprocas, así como de las autofecundaciones.

Para realizar los cruzamientos fue necesario eliminar los estambres de la flor hermafrodita (emascular) un día antes de su apertura para posteriormente cubrir con una cápsula de plástico hasta el día siguiente, que fue cuando se hizo la cruce es decir cuando el pistilo estaba listo para recibir polen (receptivo) todas las cruzas efectuadas se identificaron con etiquetas anotando los progenitores que intervenían en cada una de ellas.

Cuadro 3.1. Cruzamientos y Autofecundaciones Realizadas en CENID-RASPA. Gómez Palacio, Dgo. 1992.

	CIAN-1	CIAN-2	CIAN-3	CIAN-4	CIAN-5	CIAN-6
COAN-1	⊗	x	x	x	x	x
CIAN-2	x	⊗	x	x	x	x
CIAN-3	x	x	⊗	x	x	x
CIAN-4	x	x	x	⊗	x	x
CIAN-5	x	x	x	x	⊗	x
CIAN-6	x	x	x	x	x	⊗

x = Cruzamiento realizado
 ⊗ = Autofecundación

La fase de cruzamientos se llevo a cabo de la última semana de junio a la tercera de julio, conforme iban apareciendo las flores hermafroditas. Se efectuó el mayor número de cruzamientos con el objeto de tener al menos tres frutos por cada cruza o línea. Los frutos producto de cruza o autofecundación fueron colocados en unas redes y sostenidos con hilos verticales con la finalidad de ayudar a la planta con el fruto para que no se desprendiera por efecto de su propio peso.

Extracción de Semilla del Fruto

La cosecha se realizó a partir de la segunda semana de agosto y se prolongó hasta la primera de septiembre recolectando los frutos en cuanto llegaba la madurez fisiológica. Posteriormente los frutos cosechados se llevaron

al Campo Experimental de la LAGUNA (CAELALA-INIFAP) en donde se evaluaron los siguientes caracteres relacionados con su calidad, peso diámetro polar y ecuatorial volumen, además se determinó la cantidad y el peso de semillas por fruto, con el objetivo de determinar la relación existente entre todas estas variables.

Los frutos se almacenaron por 96 horas en un cuarto cuya temperatura ambiental fue aproximadamente de 28°C. Después de este período se extrajo la semilla con todo y su placenta y se colocó en bolsas de polietileno por un lapso de tiempo de 24 horas, ya que de acuerdo con Montes y Martínez (1990) de esta forma la semilla obtiene la mayor expresión de vigor.

La semilla fue lavada y colocada en mallas de alambre para su secado a temperatura ambiental.

Se determinó el peso y número de semillas por fruto.

Evaluación del Vigor de Semilla

Area de estudio

Las pruebas para evaluar los caracteres relacionados con el vigor de la semilla se llevaron a cabo en el Laboratorio de Control de Calidad del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) así como en invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio

Narro" en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante los meses de septiembre a noviembre de 1992.

Método de Evaluación

Los caracteres evaluados fueron los siguientes: peso de 100 semillas, tolerancia al envejecimiento acelerado (deterioro artificial de la semilla) medido a través del porcentaje de germinación, longitud de radícula, longitud de hipocotilo y peso seco de plántula, también se evaluó el índice de emergencia en invernadero. El peso volumétrico fue estudiado solamente para efectuar correlaciones con las demás variables ya que la semilla disponible fue poca, de tal forma que no se tuvo para varias repeticiones.

Peso de 100 Semillas

La semilla F_1 producida por los frutos de la misma cruce o línea autofecundada se homogeneizó ya que tenían la misma constitución genética. De esta mezcla se pesaron cuatro repeticiones de 100 semillas en una báscula de precisión, de hasta dos decimales, reportándose en gr/100 semillas. Se realizaron cuatro repeticiones por genotipo (cruzas o líneas autofecundadas).

Peso volumétrico

Este se determinó usando en vaso de precipitado de

volumen conocido, el cual se llenó en exceso de semilla, y que fue eliminado con el movimiento de una regla en zig-zag, en seguida el contenido de dicho vaso fue pesado en una báscula de precisión, el peso se determinó en gramos, todas las observaciones se transformaron a kilogramos por hectolitro.

Respuesta a Envejecimiento Acelerado

Para evaluar el vigor de la semilla a través del método de envejecimiento acelerado. Se expusieron 200 semillas de cada cruza y línea con vasos de precipitado sellados conteniendo 100 ml de agua, sobre una malla colocada arriba de un soporte de alambre, el cual se colocó en una cámara cuya temperatura fue de $42^{\circ} + 2^{\circ}$ C y una humedad relativa de 100 por ciento por 48 horas. Al término de este período se realizó la prueba de germinación estandar colocando cuatro repeticiones de 50 semillas por cada cruza y línea. Las variables evaluadas en esta prueba fueron:

Porcentaje de Plántulas Normales. Se hizo un solo conteo a los siete días evaluando como plántulas normales aquellas con sus estructuras esenciales, y cuya longitud de radícula e hipocotilo sobrepasaban los 5 y 2 cm respectivamente.

Longitud de Radícula e Hipocotilo. De cada repetición se tomó una muestra de 10 plántulas y se les midió la longitud de radícula e hipocotilo (Cms).

Peso Seco de Plántulas. Todas las plántulas normales obtenidas en la prueba de germinación fueron llevadas a peso seco de plántulas, eliminando los cotiledones y dejando las 24 horas a secado el ambiente para después colocarlas en bolsas de papel e introducir las a una estufa a $80^{\circ} + 1^{\circ} \text{ C}$ por 24 horas. El resultado se reportó en mg/plántula.

Indice de Velocidad de Emergencia

El índice de velocidad de emergencia se determinó en invernadero en una cama con suelo previamente cribado, se hizo una nivelación para prevenir encharcamientos. la siembra se realizó en el suelo húmedo colocando cuatro repeticiones de 20 semillas por cada genotipo (Cruza y líneas).

El índice de velocidad de emergencia fue calculado al sumar la fracción formada usando el número de plántulas emergidas cada día como el numerador y el número de días después de plantar como el denominador. Esto fue calculado de acuerdo a la siguiente fórmula Maguire (1962):

$$\text{Indice de Velocidad de emergencia} = \frac{\text{Número de Plántulas normales} + \dots + \text{Número de plántulas normales}}{\text{día del primer conteo} \dots \text{día del conteo final}}$$

La temperatura del suelo fue aproximadamente $20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ C}$, para las repeticiones 3 y 4 mientras que para las

repeticiones 1 y 2 fue de $18^{\circ} \pm 1^{\circ}$ C, estas diferencias en temperatura se debieron a la desuniformidad en la incidencia de luz solar. La temperatura ambiental fue de $25^{\circ} + 2^{\circ}$ C.

Tratamientos y Análisis Estadístico

Para la evaluación de los caracteres índice de velocidad de emergencia y peso de 100 semillas se utilizaron un total de 36 tratamientos, los cuales se integraron como sigue: 6 líneas autofecundadas, 15 híbridos de cruce directa y 15 híbridos de cruce recíproca.

Para evaluar el índice de velocidad emergencia se utilizó un diseño bloques al azar con cuatro repeticiones; mientras que el peso de 100 semillas fue evaluado a través de un diseño completamente al azar también con cuatro repeticiones.

Para el carácter resistencia al deterioro artificial (envejecimiento acelerado) se utilizaron 25 tratamientos; integrados con 5 líneas autofecundadas y 10 híbridos cruce directa y 10 cruces recíprocas. Este carácter no pudo evaluarse con todos los 6 progenitores debido a que no se obtuvo semilla suficiente de la línea CIAN-2 (autofecundación) ni de la cruce CIAN-2 x CIAN-3, por lo cual se optó por no incluir las cruces donde intervino el progenitor (CIAN-2), utilizándose un diseño completamente al

azar con cuatro repeticiones.

Se efectuó un análisis de correlación entre todas las variables de calidad de fruto así como con peso y número de semillas por fruto, utilizándose un total de 100 observaciones. Del mismo modo se llevó a cabo un análisis de correlación entre los diferentes caracteres relacionados con el vigor de la semilla, evaluados en este trabajo, utilizando un total de 33 observaciones. Los datos de la variable porcentaje de germinación después de envejecimiento acelerado fueron transformados mediante

$$\text{arc - seno } \sqrt{x/100} \text{ (Steel y Torrie 1986).}$$

El comportamiento de los híbridos y progenitores fue analizado para aptitud combinatoria basado en el análisis dialélico propuesto por Griffing (1956) utilizando el modelo 1 (en el cual considera un grupo fijo de líneas y padres homocigotos).

Método 1 (el cual incluye los progenitores las cruzas directas F^1 , y las cruzas recíprocas). El modelo aditivo lineal fue:

$$y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + e_{ij}$$

Dónde:

y_{ij} = Valor fenotípico observado de la cruza
con progenitores i y j

μ = Efecto medio de todas las observaciones

g_i, g_j = Efecto de aptitud combinatoria general del progenitor i, j

s_{ij} = Efecto de aptitud combinatoria específica de la craza (i, j)

r_{ij} = El efecto recíproco de la craza (i, j)

e_{ij} = Error experimental

El análisis de varianza para el método 1 de Griffing modelo 1. es como sigue:

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Esperanza de Cuadrados Medios
Aptitud combinatoria general	$P-1$	S_g	$M_g \sigma^2 + 2p (p-1) g_i^2$	g_i^2
Aptitud combinatoria específica	$P(p-1)/2$	S_s	$M_s \sigma^2 + \frac{2}{P(p-1)} s_{ij}^2$	s_{ij}^2
Efectos recíprocos	$P(p-1)/2$	S_r	$M_r \sigma^2 + 2 Fr^2$	
Error	m	S_e	$M_e \sigma^2$	

Donde:

$$S_g = \frac{1}{2P} \sum_i (X_{i.} + X_{.j})^2 - \frac{2}{P^2} X \dots^2$$

$$S_s = \frac{1}{2} \sum \sum x_{ij} (x_{ij} + x_{ji}) - \frac{1}{2p} (X_{.i} + \bar{x}_{i.}) + \frac{1}{P^2} X \dots^2$$

$$S_r = \frac{1}{2} \sum \sum (x_{ij} - x_{ji})^2$$

Los efectos se estimaron de la siguiente manera:

$$\mu = \frac{1}{P^2} X_{..}$$

$$g_i = \frac{1}{2P} (X_{i.} + X_{.i}) - \frac{1}{P^2} X_{..}$$

$$s_{ij} = \frac{1}{2} (X_{ij} + X_{ji}) - \frac{1}{2P} (X_{i.} + X_{.i} + X_{.j} + X_{j.}) + \frac{1}{P^2} X_{..}$$

$$r_{ij} = \frac{1}{2} (x_{ij} - x_{ji})$$

Para obtener la significancia de los efectos se uso la prueba T student. Las diferencias entre efectos fueron calculadas usando la prueba D.M.S. con las varianzas propuestas por Griffing para el método 1. Modelo 1.

$$\text{Var} (g_i) = \frac{(P - 1) \text{ CME}}{2P^2}$$

$$\text{Var} (s_{ij}) = \frac{(1) (P^2 - 2p + 2) \text{ CME}}{2P^2} \quad (i \neq j)$$

$$\text{Var} (r_{ij}) = \frac{1 \text{ CME}}{2} \quad (i \neq j)$$

$$\text{Var} (g_i - g_j) = \frac{1 \text{ CME}}{P} \quad (i \neq j)$$

$$\text{Var} (s_{ij} - s_{ik}) = \frac{(P - 1) \text{ CME}}{P} \quad (i \neq j, K, J \neq K)$$

$$\text{Var} (S_{ij} - S_{kl}) = \frac{(P - 2) \text{ CME}}{P} \quad (1 \neq J, K, L, J \neq K, L, K \neq 1)$$

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 4.1 se presenta el análisis de varianza para peso de 100 semillas (semilla F_1) en donde se puede observar que la aptitud combinatoria general y específica fueron altamente significativas ($P \leq .01$) por lo que en la expresión de este caracter están involucrados genes aditivos y no aditivos, además se encontró alta significancia para efectos recíprocos lo que hace suponer la presencia de genes en el citoplasma (plasmagenes) de tal manera que el valor expresado en la crusa (i,j) es diferente de aquel obtenido en la crusa recíproca correspondiente (j,i).

Cuadro 4.1 Análisis de Varianza para el carácter Peso de 100 semillas de Líneas e Híbridos de Melón originados en CENID-RASPA INIFAP 1992.

F.V.	G1	SC	CM	FC	
Cruzas	35	27.5943	0.7884085	117.07749	**
ACG	5	12.451445	2.490289	369.80422	**
ACE	15	4.670375	0.3113583	46.23624	**
E. RECÍPROCOS	15	10.44555	0.69637	103.40991	**
ERROR	108	0.72728	6.734074	$x (10)^{-3}$	
TOTAL	143				

C.V. 2.78 %

*, ** significativo al .05 y .01 niveles de probabilidad

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Globerson et al. (1987) y Nieuwhof, et al. (1989) quienes

observaron que la acción génica aditiva, no aditiva y los efectos maternos estuvieron involucrados en el peso de 100 semillas de pepino y tomate respectivamente.

El coeficiente de variación obtenido en este análisis fue bajo, ya que este carácter fue evaluado bajo condiciones de laboratorio y de hecho fueron pocos los factores que pudieron causar variabilidad.

Los efectos de aptitud combinatoria general (g_i) y específica (s_{ij}) para peso de 100 semillas se presentan en el Cuadro 4.2 en el cual se observa que los progenitores CIAN-1, CIAN-2 y CIAN-4 mostraron valores negativos diferentes de cero de aptitud combinatoria general mientras que CIAN-3, CIAN-5 y CIAN-6 dieron lugar a valores positivos diferentes de cero.

El progenitor CIAN-5 presentó el mayor efecto de aptitud, combinatoria general, como se puede apreciar en el Cuadro 4.3 mientras que el menor efecto fue presentado por CIAN-1.

En base a lo anterior, CIAN-5, es el que contribuye en el mayor grado en la expresión del peso de 100 semillas en su progenie, por lo cual puede ser utilizado en la formación de una variedad de polinización libre que involucre este carácter.

Cuadro 4.2. Efecto de Aptitud Combinatoria General (gi) y Específica (sij) para el Carácter Peso de 100 Semillas de Líneas e Híbridos de melón formados en CENID-RASPA INIFAP 1992.

Progenitores						
Progeni- tores	CIAN-1	CIAN-2	CIAN-3	CIAN-4	CIAN-5	CIAN-6
	sij			gi		
CIAN-1	0.0348	-0.0018	0.0181	0.1488 **	0.0971 **	-0.27319 **
CIAN-2		0.1977 **	-0.0259	-0.2490 **	-0.05450	.1065276 **
CIAN-3			0.0673 **	-0.2070 **	0.1025 **	0.132639 **
CIAN-4				0.0817 **	0.1650 **	-0.216111 **
CIAN-5					0.2756 **	0.262014 **
CIAN-6						0.2011806 **

*, ** Significativamente diferente de cero al nivel de .05 y .01

respectivamente.

Por otra parte el progenitor CIAN-1, al presentar el menor efecto de aptitud combinatoria general contribuye en menor grado en la expresión del peso de 100 semillas de su progenie.

Cuadro 4.3 Comparación de efectos de ACG para peso de 100 semillasa través de una prueba de diferencia mínima significativa.

Progenitor	Gi	
CIAN - 5	.262014	a
CIAN - 6	.2011806	b
CIAN - 3	.132639	c
CIAN - 2	- .1065276	d
CIAN - 4	- .216111	e
CIAN - 1	- .27319	f

Efectos no seguidos con la misma letra son estadísticamente diferentes de acuerdo con DMS al 0.05 de probabilidad.

$$DMS (0.05) (g_i - g_j) = 0.0331831$$

En relación a los efectos de aptitud combinatoria específica se observó que algunas cruzas se comportaron más pobremente de lo que se esperaba en base a la ACG de sus progenitores.

Las cruzas CIAN-3 X CIAN-5 y CIAN-2 X CIAN-5 mostraron efectos de A.C.E. negativos diferentes de cero, mientras que las cruzas CIAN-1 X CIAN-5, CIAN-1 X CIAN-6, CIAN-2 X CIAN-3, CIAN-3 X CIAN-4, CIAN-3 X CIAN-6, CIAN-4 X CIAN-5, CIAN-4 X CIAN-6 y CIAN-5 X CIAN-6 observaron efectos positivos

diferentes de cero (Cuadro 4.2).

Estos resultados sugieren que la acción génica de tipo no aditivo, tal como los efectos dominantes y epistáticos estuvieron involucrados en la expresión del peso de la semilla de estas cruzas.

Por otra parte, el mayor efecto de aptitud combinatoria específica fue presentado por la craza CIAN-5 X CIAN-6. Como puede verse en el Cuadro 4.4 lo cual manifiesta que ambos progenitores además de poseer genes de tipo aditivo (en base a sus respectivas ACG) poseen acción génica no aditiva que favorecen la expresión del peso de 100 semillas.

La mayor desviación negativa con respecto al comportamiento medio de los progenitores lo presentó la craza CIAN-2 X CIAN-5 (Cuadro 4.4), lo cual manifiesta que en esta craza no es importante la acción génica aditiva la expresión del peso de 100 semillas.

Los efectos recíprocos para el caracter peso 100 semillas son presentados en el Cuadro 4.5 en donde podemos observar que en todas las cruzas en que participó CIAN-5 como hembra se obtienen efectos recíprocos positivos significativamente diferentes de cero, lo cual sugiere que en esta línea posee genes citoplásmicos que favorecen la expresión de este caracter.



Cuadro 4.4. Comparación de Efectos de Aptitud Combinatoria Específica para el Caracter Peso de 100 Semillas a Través de una Prueba de Diferencia Mínima significativa.

Cruza	A.C.E.	(sij)
CIAN-5 X CIAN-6	0.2756	a
CIAN-2 X CIAN-3	0.1977	b
CIAN-4 X CIAN-6	0.1650	b c
CIAN-1 X CIAN-5	0.1488	b c d
CIAN-3 X CIAN-6	0.1025	c d e
CIAN-1 X CIAN-6	0.0971	c d e f
CIAN-4 X CIAN-5	0.0817	d e f g
CIAN-3 X CIAN-4	0.0673	e f g h
CIAN-1 X CIAN-2	0.348	f g h i
CIAN-1 X CIAN-4	0.0181	g h i
CIAN-1 X CIAN-3	-0.0018	i j
CIAN-2 X CIAN-4	-0.0259	i j
CIAN-2 X CIAN-6	-0.0545	j
CIAN-3 X CIAN-5	-0.2070	k
CIAN-2 X CIAN-5	-0.2490	k

Efectos no seguidos con la misma letra son estadísticamente diferentes de acuerdo con DMS al 0.05 de probabilidad.

$$\text{DMS (0.05) (Sij - SKL)} = 0.0663 \quad \text{DMS (0.05) (Sij - Sik)} = 0.7419$$

Cuadro 4.5 Efectos Recíprocos (rij) para Peso de 100 Semillas de Líneas e Híbridos de Melón.

Progenitores	Progenitores					
	CIAN-1	CIAN-2	CIAN-3	CIAN-4	CIAN-5	CIAN-6
	rij					
CIAN-1		0.2337 **	-0.4662 **	-0.100 **	-0.3662 **	-0.2387 **
CIAN-2	-0.2337 **		-0.1200 **	-0.020	-0.250 **	0.1137 **
CIAN-3	0.4662 **	0.1200 **		0.2225 **	-0.2637 **	0.6625
CIAN-4	0.1000 **	0.020	-0.2225 **		-0.7537 **	-0.1962 **
CIAN-5	0.3662 **	0.2500 **	0.2637 **	0.7537 **		0.1125 **
CIAN-6	0.2387 **	-0.1137 **	-0.0625 **	0.1962 **	-0.1125 **	

*,** Significativamente diferente del 0.5 al .01 respectivamente.

Nota: Los valores abajo de la diagonal son iguales a los de arriba pero de signo contrario.

Por otro lado, en el mismo Cuadro 4.5 se ve con excepción de la craza CIAN-4 X CIAN-2 todas obtuvieron efectos recíprocos significativamente diferentes de cero, por lo cual la herencia citoplásmica es importante en la determinación del peso de 100 semillas en el cultivo del melón.

CIAN-1 utilizado como hembra expresa un efecto recíproco negativo en las cruza en las que participa con excepción de la formada con CIAN-2, lo que expresa que CIAN-1

no posee genes en el citoplasma que favorezcan la expresión del peso de 100 semillas en este cultivo.

La mayor expresión de efecto recíproco lo presenta la cruza CIAN-5 X CIAN-4, es decir aquí se observa la mayor diferencia entre el valor X_{ij} y X_{ji} . (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Comparación de Efectos Recíprocos (r_{ij}) para el Caracter Peso de 100 Semillas.

Cruza	E. Recíproco (r_{ij})	
CIAN-5 X CIAN-4	0.7537	a
CIAN-3 X CIAN-1	0.4662	b
CIAN-5 X CIAN-1	0.3662	c
CIAN-5 X CIAN-3	0.2637	d
CIAN-5 X CIAN-2	0.2500	d
CIAN-6 X CIAN-1	0.2387	d
CIAN-1 X CIAN-2	0.2337	d
CIAN-3 X CIAN-4	0.2225	d
CIAN-6 X CIAN-4	0.1962	d e
CIAN-3 X CIAN-2	0.1200	e f
CIAN-2 X CIAN-6	0.1137	f
CIAN-5 X CIAN-6	0.1125	f
CIAN-4 X CIAN-1	0.1000	f g
CIAN-3 X CIAN-6	0.0625	f g
CIAN-4 X CIAN-2	0.0200	g

$$\text{DMS (0.05) } (r_{ij} - r_{kl}) = 0.0812$$

Efectos no seguidos con la misma letra son estadísticamente diferentes de acuerdo con DMS al 0.05 de probabilidad.

Con esto se pone de realce las cualidades del progenitor CIAN-5 que como se vió anteriormente, no solo posee genes aditivos y no aditivos sino también genes citoplásmicos.

Envejecimiento Acelerado

Como se puede observar en el apéndice Cuadro A.5 el envejecimiento acelerado (deterioro artificial de la semilla) afectó ligeramente el porcentaje de germinación, es decir todas las cruzas y líneas con excepción de CIAN-1 y CIAN-4 tuvieron una germinación superior al 90 por ciento, después de haber sido sometidas al estres, por lo que en su mayoría estos genotipos tuvieron alto vigor, ya que de acuerdo con Delouche y Baskin (1973), cuando el envejecimiento acelerado produce solo ligeros efectos en la semilla se debe a que esta posee un alto vigor. Por otra parte consideramos que el período de tiempo al que fue sometida la semilla al estres fue breve (48 h) de tal forma que este no fue suficiente para causar un efecto mayor sobre las cruzas que nos permitiera distinguir la más tolerante de las susceptibles, ya que según Doijode (1985) y Pesis y Timothy (1983) el período de envejecimiento óptimo para evaluar genotipos en melón y predecir su potencial de almacenamiento es de 8 días (192 h).

Sin embargo es importante considerar que las condiciones bajo las que produjo la semilla y el método de

extracción favorecieron la más alta expresión de vigor por lo que quizá los genotipos toleraron el estrés del envejecimiento acelerado.

No obstante, la información obtenida aquí es de mucha validez puesto que uno de los problemas sanitarios que afectan la calidad de la semilla de melón es la presencia de virus los cuales una vez que atacan a la planta reducen considerablemente los rendimientos, un método para contrarrestar este problema es el tratamiento a base de calor, exponiendo la semilla a una temperatura de 40° por 24 horas, si este tratamiento no reduce considerablemente la germinación de los genotipos (variedades o híbridos) como se observó en este experimento se garantizará la calidad fisiológica y sanitaria de la semilla.

Por otra parte el envejecimiento acelerado no afectó considerablemente las variables longitud de hipocotilo y longitud de radícula, (ver apéndice Cuadro A.5) el más bajo valor para longitud de hipocotilo fue 5.905 cms, correspondiendo a la cruce CIAN-5 x CIAN-3, el valor más alto fue de 8.410 (cruza CIAN-1 X CIAN-6) mientras que para longitud de radícula el menor valor fue de 10.537 cms, y el más alto fue de 13.590 cms, correspondiendo a la línea CIAN-3 y CIAN-5 respectivamente. Como puede observarse los valores para ambas variables están dentro de un rango en el cual podemos clasificar a las plántulas como normales. En relación

con el peso seco de plántulas el valor más pequeño corresponde a la línea CIAN-1 (4.99 mg/pl) y el más alto fue para CIAN-5 x CIAN-4 (9.467 mg/pl) en esta variable se observó una mayor variabilidad (Cuadro A.5). Para visualizar mejor el efecto del envejecimiento acelerado sobre la longitud de radícula e hipocotilo y el peso seco de plántulas debimos haber medido estas variables antes del estrés, es decir, durante la prueba de germinación estandar pero como esto no estaba contemplado no se efectuó, e incluso el que lo hayamos realizado después del envejecimiento se debe a que al observar que la germinación no estaba siendo afectada, posiblemente no encontraríamos diferencias significativas entre tratamientos de suceder esto no nos sería posible estimar los efectos de ACG, ACE ni los efectos recíprocos, ya que para estimarlos es necesario partir de que hay diferencia significativa entre tratamientos.

Este fue el principal móvil para evaluar longitud de hipocotilo, longitud de radícula y peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado. Mas sin embargo aún cuando no cuantificamos estas variables antes del estrés, pudimos notar visualmente que las plántulas obtenidas en la germinación estandar no presentaban diferencias marcadas, por lo que asumimos que el efecto fue mínimo.

El análisis de varianza que muestra los cuadrados medios y significancia para el por ciento de germinación,

longitud de radícula, longitud de hipocotilo y peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado se presenta en el Cuadro 4.7, donde podemos observar que para la variable por ciento de germinación encontramos diferencias altamente significativas para cruzas, aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica, no así para efectos recíprocos por lo que pensamos que bajo las condiciones que fue llevado a cabo este experimento, la acción génica para el caracter por ciento de germinación después de envejecimiento acelerado es de tipo aditivo y de no aditivo, además de que no existe herencia citoplásmica es decir el valor de la cruza (i, j) es similar aquel correspondiente a la cruza recíproca (j, i)

En relación a las variables longitud de radícula y longitud de hipocotilo encontramos significancia ($P < .05$) para cruzas y aptitud combinatoria general (Cuadro 4.7) por lo que en la expresión de estos caracteres están involucrados principalmente genes aditivos. Sin embargo, nosotros observamos diferencias entre cruzas y líneas en el "grosor" de las plántulas, estas diferencias se comprobaron al hacer el análisis de varianza para peso seco de plántulas, en el cual encontramos alta significancia ($P < .01$) para cruzas, aptitud combinatoria general, aptitud combinatoria específica así como para efectos recíprocos esto sugiere que para la resistencia al deterioro medido a través del peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado, están

involucrados efectos génicos aditivos, de dominancia así como efectos maternos.

Cuadro 4.7 Cuadrados Medios y Significancia del Análisis de Varianza de Líneas y Cruzas de Melón Formadas en INIFAP-CAELALA Para Porcentaje de Germinación Longitud de Hipocotilo, Longitud de Radícula y Peso Seco de Plántula Después de Envejecimiento Acelerado. 1992

F.V.	G1	Porcentaje de Germinación	Longitud de Radícula	Longitud de hipocotilo	Peso seco de plántula
Cruzas	23	160.3115**	2.772868*	1.700338*	6.411540**
ACG	4	200.9334**	5.370045*	4.261258**	9.604718**
ACE	10	271.4320**	2.804526NS	1.264487NS	3.547845**
E. Recíprocos	10	33.0296	1.702436	1.111829NS	7.997936**
ERROR	75	35.8916	1.6256641	.8541731	.5395442
TOTAL	99				
C.V.		7.18	10.45	12.6532	10.28

* Significancia al nivel de .05 probabilidad

** Significancia al nivel de .01 probabilidad

NS No significancia al nivel de .05 probabilidad

Sin embargo esta información debe ser considerada cuidadosamente, puesto que las diferencias en el peso seco de plántulas quizá sean debidas solo a la constitución genética de las cruzas y líneas, y no el resultado del envejecimiento artificial de la semilla, no obstante, de ser así esto sería favorable ya que los híbridos o líneas que presenten mayor peso seco de plántulas expresan superioridad genética en el vigor de su semilla.

En el Cuadro 4.8 se muestran los efectos de aptitud combinatoria general (gi) para la longitud de radícula y de hipocotilo de plántulas después de envejecimiento acelerado. En dicho cuadro se puede notar que las líneas CIAN-3 y CIAN-5 presentan efectos negativos significativamente diferentes de cero para longitud hipocotilo por lo cual estos progenitores no contribuyen en la expresión de este carácter en su respectiva progenie. El mayor efecto de aptitud combinatoria lo presentó la línea CIAN-6, es decir mostró un efecto de ACG significativamente diferente de cero, por lo que los efectos de acción génica aditivo es importante en esta línea.

La prueba de D.M.S. reflejó que CIAN-6, CIAN-1 y CIAN-4 fueron estadísticamente iguales, del mismo modo CIAN-5 y CIAN-3 que presentaron efectos de ACG negativos significativamente diferentes de cero fueron estadísticamente iguales (Cuadro 4.8).

En relación al carácter longitud de radícula en el Cuadro 4.8 se observa que CIAN-5 y CIAN-6 presentaron los mayores efectos de aptitud combinatoria general, pero solo CIAN-5 presentó efectos significativamente diferentes de cero, por lo que este progenitor expresa la mayor contribución de genes aditivos que favorecen la longitud radicular después del envejecimiento acelerado a su respectiva progenie.

Cuadro 4.8. Comparación y Significancia de los Efectos de Aptitud Combinatoria General para los Caracteres Longitud de Hipocotilo y Radícula de Plántulas Después de Envejecimiento Acelerado.

Progenitor	Longitud Hipocotilo ACG (gi)	Progenitor	Longitud Radícula ACG (gi)
CIAN-6	0.359 ** a	CIAN-5	0.571 ** a
CIAN-1	0.245 a	CIAN-6	0.154 ab
CIAN-4	0.070 a b	CIAN-3	-0.161 b
CIAN-5	-0.289 * b c	CIAN-4	-0.275 b
CIAN-3	-0.385 ** c	CIAN-1	-0.289 b

*, ** Significativamente diferentes de cero al 0.05 y 0.01 niveles de significancia
Efectos no seguidos con la misma letra son estadísticamente diferentes de acuerdo con DMS al 0.05 de probabilidad.

En el Cuadro 4.9 se presentan los efectos de aptitud combinatoria general (gi) y específica (sij) para por ciento de germinación y peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado.

En este cuadro se observa que los progenitores CIAN-1 y CIAN-4 mostraron efectos de ACG negativos significativamente diferentes de cero tanto para peso seco de plántulas como para por ciento de germinación después de

envejecimiento acelerado, además de que ambos progenitores fueron estadísticamente iguales según la prueba de diferencia mínima significativa (Cuadro 4.10).

Esto sugiere que estos dos progenitores contribuyeron pobremente en la expresión del peso seco de plántulas y por ciento de germinación en su respectiva progenie.

La mayor aptitud combinatoria general para por ciento de germinación y peso seco de plántulas fue presentada por el progenitor CIAN-6 (Cuadro 4.10).

En relación a los efectos de aptitud combinatoria específica, la cruce CIAN-3 x CIAN-5 mostró valores negativos significativamente diferentes de cero, es decir tuvieron un comportamiento inferior a lo que podría esperarse en base a la ACG de sus progenitores, esto fue tanto para la germinación después del envejecimiento acelerado (Cuadro 4.9).

Por otra parte las cruces CIAN-1 X CIAN-4, CIAN-1 X CIAN-6 y CIAN-4 X CIAN-5 presentaron efectos de aptitud combinatoria específica positivos significativamente diferentes de cero. Esto sugiere que la acción génica no aditiva esta involucrada en estas cruces para por ciento de germinación después del envejecimiento acelerado.

Cuadro 4.9 Efectos de aptitud combinatoria general y específica para por ciento de germinación DEA (Arriba de la Diagonal) y peso seco de plántulas DEA (Abajo de la diagonal) entre líneas y cruzas de melón.

Progenitor	Progenitor					gi
	CIAN-1	CIAN-3	CIAN-4	CIAN-5	CIAN-6	
Sij						
CIAN-1		-1.309	6.7205 **	0.602	4.781 **	-2.427 **
CIAN-3	0.230		2.638	-5.484 **	2.121	.233
CIAN-4	0.413	0.247		4.176 *	1.667	-1.771 **
CIAN-5	-0.201	-0.291	0.137		-0.902	0.727
CIAN-6	0.505 *	0.384	0.589 **	0.302		3.237 **
gi	-0.602 **	0.309 **	-0.462 **	0.347 **	0.407 **	

*,** Significativamente diferente de cero al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad respectivamente.

Es interesante notar que la craza CIAN-1 X CIAN-4 cuyas líneas *per se* mostraron los menores efectos de ACG dieron lugar a la mayor expresión de aptitud combinatoria específica, es decir, observó un comportamiento mejor de lo que se esperaba en base al comportamiento de sus progenitores.

Sin embargo esta cruce (CIAN-1 X CIAN-4) no fue diferente en efecto de aptitud combinatoria específica de las cruces CIAN-1 X CIAN-6, CIAN-4 X CIAN-5, CIAN-3 X CIAN-4, CIAN-3 X CIAN-6 y CIAN-4 X CIAN-6 (Cuadro 4.11)

Del mismo modo aquellas cruces que mostraron efectos de aptitud combinatoria específica negativos resultaron estadísticamente iguales (Cuadro 4.11).

La diferencia de ACG de CIAN-6, CIAN-5 y CIAN-3 para peso seco de plántulas fue no significativa según la prueba de DMS al 0.05 de probabilidad (Cuadro 4.10).

CIAN-6 mostró ser un buen progenitor para todos los caracteres evaluados después del envejecimiento acelerado, ya que con excepción de la longitud radicular en todos los demás variables observó la mayor aptitud combinatoria general, es decir, mayor expresión de acción genica aditiva, por lo que puede ser utilizado en la formación de una variedad de polinización libre que involucre la tolerancia al deterioro artificial de la semilla.

Es importante -considerar que el período de envejecimiento fue breve y que de haber evaluado bajo diferentes períodos de tiempo estaríamos en posibilidad de elegir el más adecuado que nos permita seleccionar nuestros genotipos considerando el carácter tolerancia al

envejecimiento el cual es un indicador del potencial de almacenamiento.

Cuadro 4.10 Comparación de efectos de aptitud combinatoria general para los caracteres por ciento de germinación y peso seco de plántulas, después de envejecimiento acelerado

Progenitor	ACG (gi)		ACG (gi)	
	Por ciento Germinación		Peso Seco Plántulas	
CIAN-6	3.237	a	0.407	a
CIAN-5	0.727	b	0.347	a
CIAN-3	0.233	b c	0.309	a
CIAN-4	-1.771	c	-0.462	b
CIAN-1	-2.427	c	-0.602	b

DMS (0.05) $(g_i - g_j) = 2.667$ DMS (0.05) $(g_i - g_j) = 0.327$

Efectos no seguidos con la misma letra, son estadísticamente diferentes de acuerdo con DMS al .05 de probabilidad.

En el Cuadro 4.11 se observa que la cruce CIAN-1 x CIAN-4 mostró la mayor aptitud combinatoria específica para por ciento de germinación después de envejecimiento acelerado, sin embargo de acuerdo con la prueba D.M.S. fue igual a todas las cruces que obtuvieron valores positivos con excepción de CIAN-1 x CIAN-5.

Cuadro 4.11 Comparación de Efectos de Aptitud Combinatoria Específica para el Caracter Porciento de Germinación Después de Envejecimiento Acelerado.

Cruza	Efecto ACE (Sij)
CIAN-1 X CIAN-4	6.7205 a
CIAN-1 X CIAN-6	4.781 a b
CIAN-4 X CIAN-5	4.176 a b c
CIAN-3 X CIAN-4	2.638 a b c d
CIAN-3 X CIAN-6	2.121 a b c d
CIAN-4 X CIAN-6	1.667 a b c d
CIAN-1 X CIAN-5	0.602 b c d
CIAN-5 X CIAN-6	-0.902 c d e
CIAN-1 X CIAN-3	-1.309 d e
CIAN-3 X CIAN-5	-5.484 e

DMS (0.05) (Sij - SKL) = 4.6208

DMS (0.05) (Sij - Sik) = 5.3357

Efectos no seguidos con la misma letra son estadísticamente diferentes de acuerdo con DMS al 0.05 de probabilidades.

En relación al peso seco de plántula, las cruzas CIAN-6 X CIAN-4 y CIAN-6 X CIAN-1 observaron efectos de aptitud combinatoria específica significativamente diferentes de cero, por lo que la acción génica no aditiva está presente en estas cruzas (Cuadro 4.9).

Sin embargo la prueba de diferencia mínima

significativa reflejó que todas las cruzas que tuvieron efectos de A.C.E. positivos fueron estadísticamente iguales (Cuadro 4.12).

Cuadro 4.12. Comparación de Efectos de Aptitud Combinatoria Específica para el Caracter Peso Seco de Plántulas Después de Envejecimiento Acelerado.

Cruza	Efecto ACE (Sij)	
CIAN-6 X CIAN-4	0.589	a
CIAN-6 X CIAN-1	0.505	a
CIAN-4 X CIAN-1	0.413	a b
CIAN-6 X CIAN-3	0.384	a b
CIAN-6 X CIAN-5	0.302	a b
CIAN-4 X CIAN-3	0.247	a b
CIAN-3 X CIAN-1	0.230	a b
CIAN-5 X CIAN-4	0.137	a b
CIAN-5 X CIAN-1	-0.201	b
CIAN-5 X CIAN-3	-0.291	b

$$\text{DMS (0.05) (Sij - Sik) = 0.6541974}$$

$$\text{DMS (0.05) (Sij - Skl) = 0.5665515}$$

Efectos no seguidos con la misma letra son estadísticamente diferentes de acuerdo con DMS al 0.05 de probabilidad.

Como puede observarse para el por ciento de germinación y el peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado, los progenitores CIAN-1 y CIAN-4 poseen genes de tipo dominante por lo que pueden ser utilizados en la

formación de híbridos para incrementar la tolerancia al deterioro de la semilla y así una mayor vida de almacenamiento.

El progenitor CIAN-6 que además de presentar efectos génicos aditivos presenta genes de tipo no aditivo para ambos caracteres, lo que hace ser en progenitor idóneo tanto para la formación de variedades de polinización libre como de híbridos.

Los efectos recíprocos para el carácter peso seco de plántulas son presentadas en el Cuadro 4.13 en el cual se observa que CIAN-1 X CIAN-3, CIAN-1 X CIAN-5 y CIAN-4 X CIAN-5 presentaron efectos negativos significativamente diferentes de cero, mientras que CIAN-3 X CIAN-4 presentó efectos recíprocos positivos diferentes de cero.

El progenitor CIAN-1 observó efectos recíprocos negativos en todas las cruzas en que participó la cual indica que al igual que para el carácter de peso de 100 semillas CIAN-1 no tiene genes citoplásmicos que favorecen el peso seco de plántula en el cultivo de melón.

El mayor efecto recíproco fue presentado por la cruz CIAN-5 X CIAN-4 como se puede observar en el Cuadro 4.14.

El progenitor CIAN-5 observó efectos recíprocos

negativos cuando fue utilizado como macho, por lo que este progenitor debe ser utilizado como hembra en cruzamientos para mejorar el peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado, ya que posee genes citoplásmicos que favorecen este carácter.

La cruce CIAN-6 X CIAN-4 que expresó el mayor efecto de aptitud combinatoria específica, mostró efectos recíprocos no significativamente diferentes de cero por lo que es posible utilizar en la formación de un híbrido a cualquiera de los dos progenitores como hembra o como macho.

Cuadro 4.13. Efectos Recíprocos para Peso Seco de Plántulas Después de Envejecimiento Acelerado de Cruzas de Melón.

Progenitor	Progenitor				
	CIAN-1	CIAN-3	CIAN-4	CIAN-5	CIAN-6
	rij				
CIAN-1		-1.2887 **	-0.2837	-1.2637 **	-0.313
CIAN-3			0.9525 **	-0.3112	0.2275
CIAN-4				-2.302 **	-0.1602
CIAN-5					-0.4212
CIAN-6					

** Significativamente diferente de cero al 0.01 de probabilidad.

Cuadro 4.14. Comparación de Efectos Recíprocos para Peso Seco de Plántulas Después de Envejecimiento Acelerado de Cruzas de Melón.

Cruza	Efecto Recíproco (rij)	
CIAN-5 X CIAN-4	2.3025	a
CIAN-3 X CIAN-1	1.2887	b
CIAN-5 X CIAN-1	1.2637	b
CIAN-3 X CIAN-4	0.9525	b c
CIAN-6 X CIAN-5	0.4212	c d
CIAN-6 X CIAN-1	0.3137	c d
CIAN-5 X CIAN-3	0.31125	c d
CIAN-4 X CIAN-1	0.2837	c d
CIAN-3 X CIAN-6	0.2275	c d
CIAN-6 X CIAN-4	0.1602	d

$$\text{DMS (0.05) (rij - rkl) = 0.73141}$$

Efectos no seguidos con la misma letra son estadísticamente diferentes de acuerdo con D.M.S. al 0.05 de probabilidad.

Indice de Emergencia

Se observaron diferencias marcadas en la emergencia de las plántulas entre bloques esto fue debido principalmente a desigualdad en la temperatura del suelo y a la incidencia de luz solar.

Al efectuar el conteo diario observamos que las plántulas de las líneas tardaban más en emerger que las

cruzas en las cuales intervenían, además dichas plántulas expresaban un vigor más bajo que las de las cruzas correspondientes. Para visualizar el retraso en la emergencia de las líneas con respecto a los híbridos podemos ver en el apéndice (Cuadro A.4) el promedio de plántulas emergidas al séptimo día, y notamos que la media del porcentaje de emergencia siempre es menor en las líneas que en los híbridos en que participa, e incluso en los progenitores CIAN-4 X CIAN-3 el porcentaje fue igual cero. Sin embargo la emergencia total es superior al 95 por ciento.

Por otra parte observamos que la craza formada por estos dos progenitores dió uno de los porcentajes más altos de emergencia al séptimo día, lo que expresa que se presenta el fenómeno de heterosis sobre todo cuando CIAN-3 es usado como hembra.

Con el objetivo de visualizar las diferencias tan marcadas en el índice de emergencia de las líneas con respecto a los híbridos podemos observar (Figura 4.1 a 4.6) como las líneas mostraron siempre un vigor menor en comparación con los híbridos, con excepción de CIAN-2 en donde la diferencia no es muy marcada e incluso superó a algunos de los híbridos.

Diferencias en el vigor de la semilla de las líneas con respecto a los híbridos han sido observados también por otros

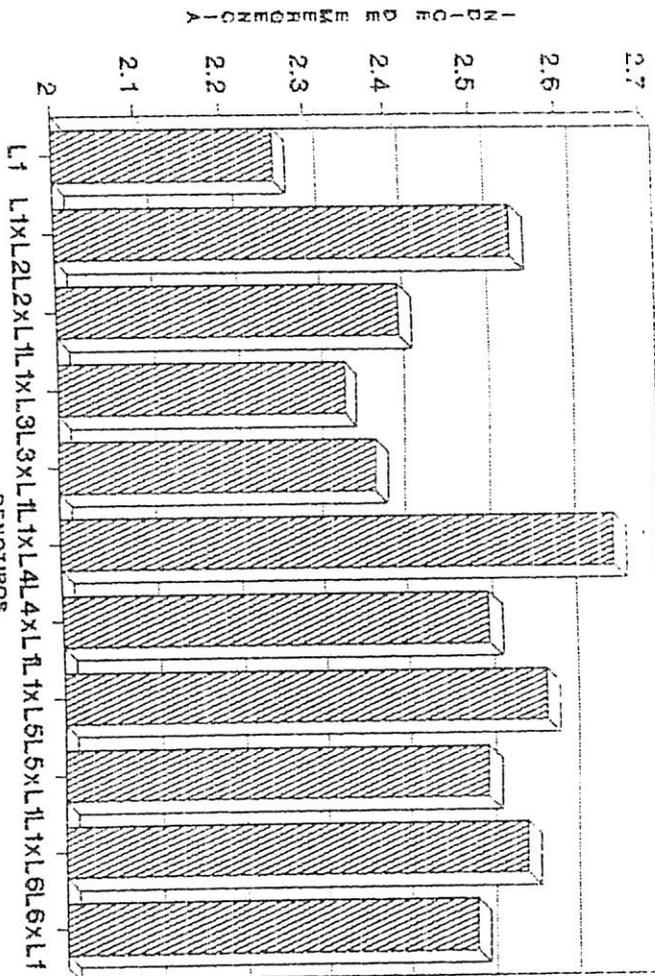


Figura 4.1. Índice de Emergencia de CIAN-1 e Híbridos en que participa

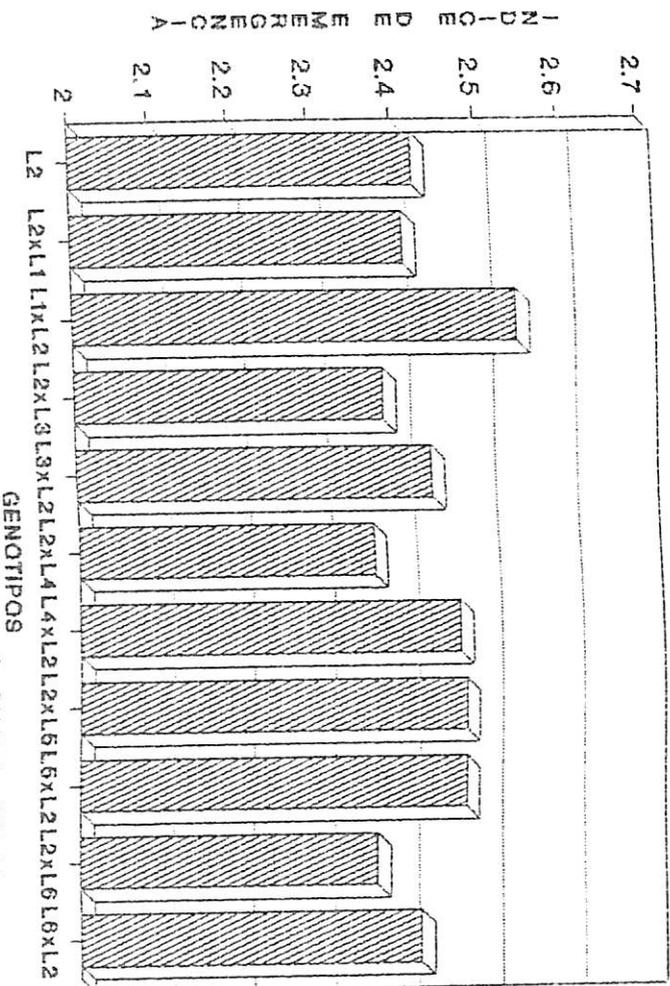


Figura 4.2. Índice de Emergencia de CIAN-2 e Híbridos en que participa

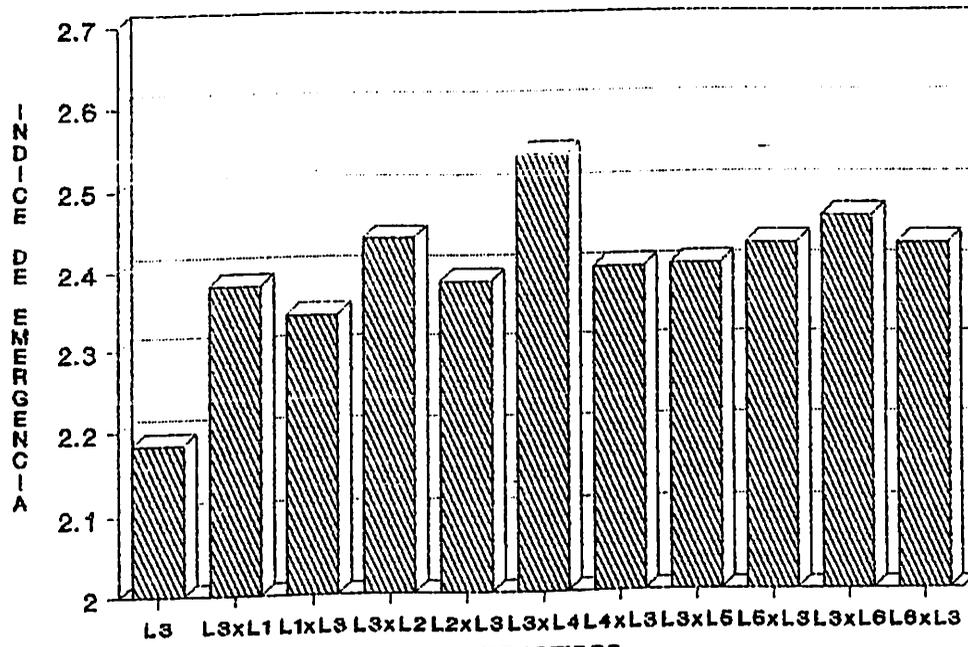


Figura 4.3. Índice de Emergencia de CIAN-3 e Híbridos en que participa

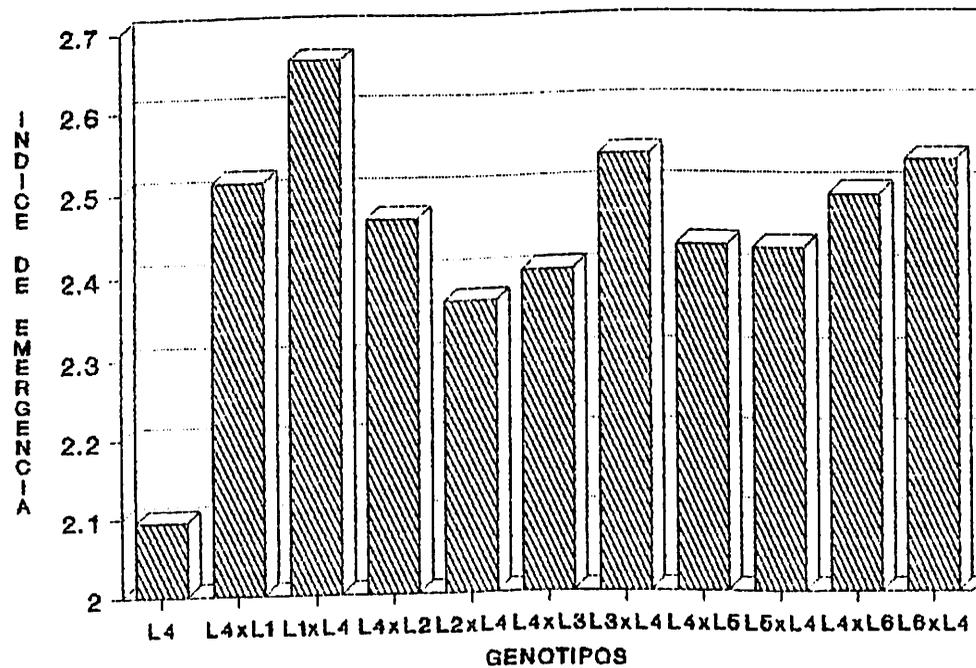


Figura 4.4. Índice de Emergencia de CIAN-4 e Híbridos en que participa

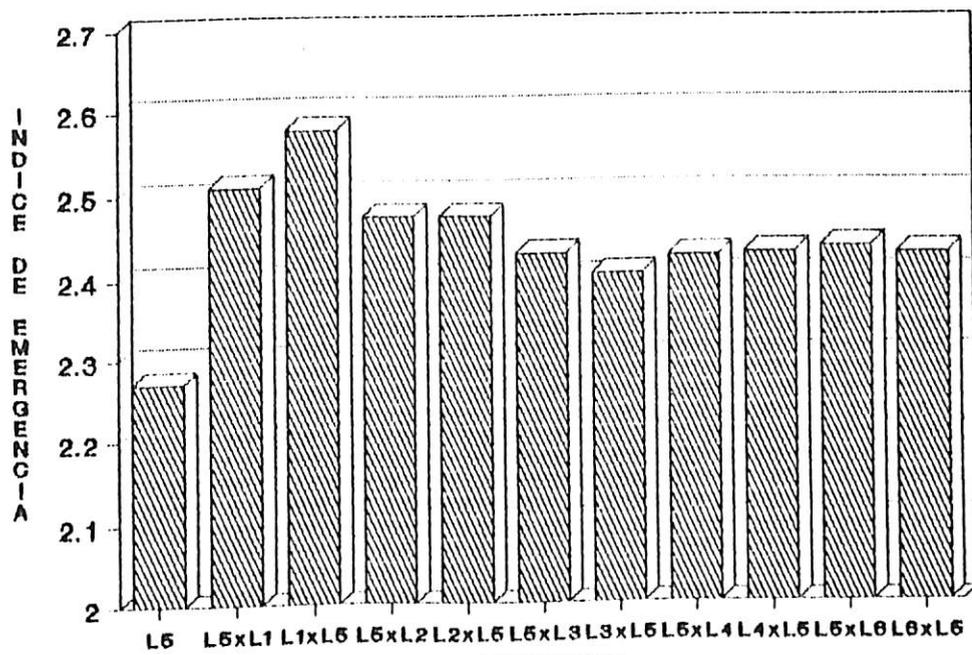


Figura 4.5. Índice de Emergencia de CIAN-5 e Híbridos en que participa

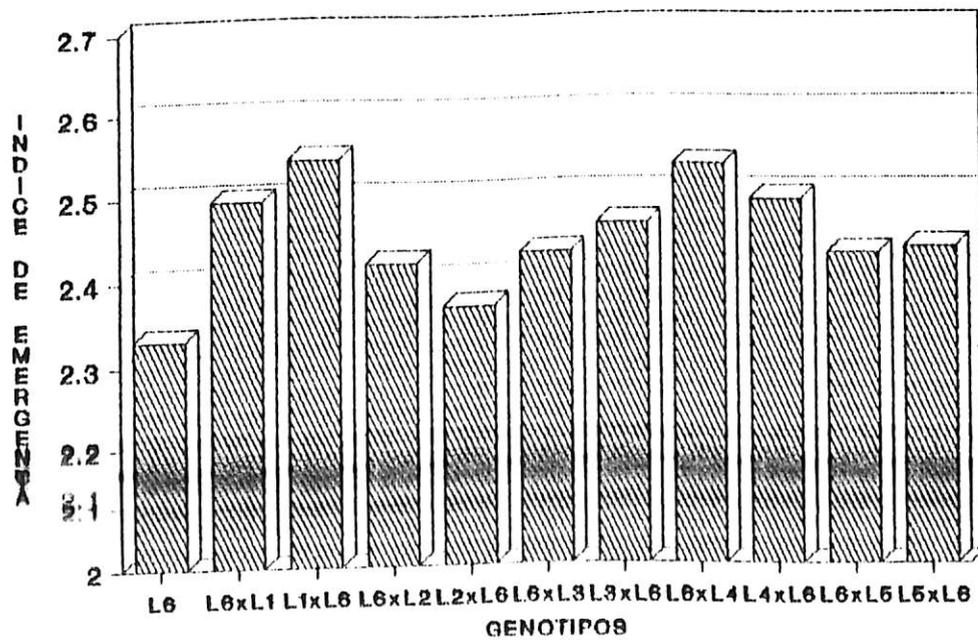


Figura 4.6. Índice Emergencia de CIAN-6 e Híbridos en que participa

investigadores como es el caso de Delouche (1971).

En la Figura 4.3 y 4.4 podemos observar como aquellas líneas que mostraron los más bajos índices de emergencia (CIAN-3 y CIAN-4) al cruzarse obtienen un índice de velocidad de emergencia alto esto puede deberse que en este carácter se presenta el fenómeno de heterosis ya que creemos que el retraso de la emergencia de las líneas se debe al efecto de endogamia.

En el Cuadro 4.15, se presenta el análisis de varianza para índice de velocidad de emergencia el cual reflejó alta significancia ($P < .01$) para las fuentes de variación bloques, cruzas y aptitud combinatoria específica mientras que para aptitud combinatoria general solo encontramos significancia al .05 de probabilidad, observando además que para efectos recíprocos no hay diferencia significativa.

En el mismo cuadro se presentan los cuadrados medios para emergencia total observando que no hay diferencia significativa para bloques ni para cruzas, por lo cual no se particionó la suma de cuadrados de esta última fuente en efectos ACG; ACE y efectos recíprocos. El efecto significativo encontrado entre bloques se debió a las diferencias en temperatura y luz solar ya mencionadas, la cual afecto solo al índice de emergencia, no así la emergencia total, esto concuerda con lo observado por

Edelstein *et al.* (1991) quien concluyó que la germinación a bajas temperaturas no estuvo correlacionado con la emergencia total, en el cultivo del melón.

Cuadro 4.15. Cuadrados medios para índice de velocidad de emergencia y emergencia total de líneas e híbridos formados en CENID-RASPA. Gómez Palacio, Dgo. 1992. Y evaluados en Buenavista, Saltillo, Coah.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Indice de Emergencia	Emergencia Total
Bloques	3	1.157145 **	35.512 N.S
Cruzas	35	.046894 **	38.492 N.S
ACG	5	.032855 *	
ACE	15	.086697 **	
E. Recíprocos	15	.011769 N.S	
Error	105	.013395	29.907
Total	143		
CV		4.775	

* = Significancia al .05

** = Significancia al .01

N.S = No significancia al .05

Por otra parte, el haber obtenido alta significancia para aptitud combinatoria específica sugiere la importancia de genes con acción de tipo no aditiva, en mayor grado que la acción aditiva, sin embargo esta última también es importante

en la expresión del índice de velocidad de emergencia. Al parecer no existen genes citoplásmicos en la expresión de este carácter.

En el Cuadro 4.16 se presentan los efectos de aptitud combinatoria general (g_i) y específica (s_{ij}) para el carácter índice de emergencia; en dicho cuadro se observa que la Línea CIAN-3 y CIAN-4 presentaron efectos de ACG negativos, no obstante el progenitor CIAN-3, fue el único que mostró efectos de aptitud combinatoria general negativa significativamente diferente de cero. Por otra parte los progenitores CIAN-1, CIAN-2, CIAN-5 Y CIAN-6 observaron efectos de ACG positivos; aunque solamente CIAN-1 presentó efectos significativamente de cero por lo cual en esta línea se expresa la acción aditiva de genes, mientras que la línea CIAN-3 no expresa la acción de genes aditivos al no contribuir en la expresión del índice de emergencia de su respectiva progenie.

La prueba de diferencia mínima significativa para los efectos de aptitud combinatoria general detectó que solo la línea CIAN-3 tuvo un comportamiento diferente al resto de líneas. Esto quiere decir que aun cuando solo la línea CIAN-1 mostró efectos de ACG significativamente diferentes de cero su comportamiento fue similar al resto de líneas con excepción de CIAN-3 cuyo valor de ACG fue negativo (Cuadro 4.17).

Cuadro 4.16. Efectos de Aptitud Combinatoria General (gi) Específica (sij) para Índice de velocidad de emergencia de melón.

Progenitor	Progenitor						gi
	CIAN-1	CIAN-2	CIAN-3	CIAN-4	CIAN-5	CIAN-6	
CIAN-1	.0115	-0.5228 **	0.135 **	0.0831 *	0.0521	.0335 *	
CIAN-2		.0236	-0.083 *	0.0396	-0.523	.0064	
CIAN-3			0.0974 **	0.0336	0.0502	-0.0450 **	
CIAN-4				0.0086	0.0802 *	-0.0085	
CIAN-5					-0.0098	0.0003	
CIAN-6						0.132	

*,** Significativamente diferente de cero al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad respectivamente.

Por otro lado, la línea CIAN-6 cuyos efectos de ACG fueron no significativamente diferentes de cero ocupó un segundo lugar en orden de importancia (Cuadro 4.17) por lo que al parecer los genes de tipo aditivo son importantes en este progenitor, esto concuerda con lo observado para las variables anteriores en donde CIAN-6 obtuvo los mayores efectos de ACG.

Cuadro 4.17. Comparación de Efectos de Aptitud Combinatoria General para el Caracter índice de Velocidad de Emergencia de Líneas de Melón.

Progrenitor	ACG (gi)	
CIAN-1	.0335	a
CIAN-6	.0132	a
CIAN-2	.0064	a
CIAN-5	.0003	a
CIAN-4	-.0085	a
CIAN-3	-.0450	b

DMS (0.05) (gi-gj) = .0468

Efectos no seguidos con la misma letra son significativamente diferentes de acuerdo con DMS al 0.05 de probabilidad.

CIAN-1 y CIAN-6 al contribuir con la mayor expresión del índice de emergencia de su respectiva progenie indica que ambos progenitores pueden ser utilizados en la formación de variedades de polinización libre cuyo objetivo entre otros sea el de mejorar el vigor de la semilla a través de la evaluación del índice de velocidad de emergencia de plántulas. Es importante señalar que CIAN-1 mostró el menor peso de 100 semillas (Cuadro 4.3) lo que confirma la no relación entre estos dos caracteres.

En relación a los efectos de aptitud combinatoria específica, se observó que las cruzas CIAN-1 X CIAN-3, CIAN-2

X CIAN-4 mostraron un comportamiento inferior en base a la aptitud combinatoria general de sus respectivos progenitores ya que obtuvo un efecto ACG negativo significativamente diferente de cero (Cuadro 4.16) lo cual sugiere que en esta cruce no son importantes los genes dominantes mientras que las cruces CIAN-1 X CIAN-4, CIAN-1 X CIAN-5, CIAN-3 X CIAN-4 y CIAN-4 X CIAN-6 observaron efectos de aptitud combinatoria específica significativamente diferentes de cero, lo cual expresa que la acción génica no aditiva está involucrada en esta cruces.

El mayor efecto de aptitud combinatoria específica fue obtenido por la cruce CIAN-1 X CIAN-4 como se puede ver en el Cuadro 4.18 sin embargo desde el punto de vista estadístico, no fue diferente de las cruces CIAN-3 X CIAN-4, CIAN-1 X CIAN-5, CIAN-4 X CIAN-6, CIAN-6 X CIAN-3, CIAN-1 X CIAN-6.

CIAN-1 X CIAN-4 presentó el mayor efecto de aptitud combinatoria específica para por ciento de germinación después de envejecimiento acelerado (Cuadro 4.11) lo que confirma la correlación entre estos dos caracteres.

Por otra parte cuando se cruzaron las líneas CIAN-3 y CIAN-4 cuyos efectos de ACG fueron negativos, se observó un efecto de aptitud combinatoria específica positivo, ocupando un segundo lugar en orden descendente (Cuadro 4.18).

Cuadro 4.18. Comparación de Efectos de Aptitud Combinatoria Específica para el Caracter Índice de Velocidad de Emergencia en Melón.

Cruza	ACE (sij)	
CIAN-1 X CIAN-4	0.1350	a
CIAN-3 X CIAN-4	0.0974	ab
CIAN-1 X CIAN-5	0.0831	abc
CAIN-4 X CIAN-6	0.0802	abc
CIAN-1 X CIAN-6	0.0521	abcd
CIAN-3 X CIAN-6	0.0502	abcd
CIAN-2 X CIAN-5	0.0396	bcd
CIAN-3 X CIAN-5	0.0336	bcd
CIAN-2 X CIAN-3	0.0236	bcd
CIAN-1 X CIAN-2	0.0115	bcde
CIAN-4 X CIAN-6	0.0086	bcde
CIAN-5 X CIAN-6	-0.0098	cde
CIAN-2 X CIAN-6	-0.0523	de
CIAN-2 X CIAN-4	-0.0830	e
CIAN-1 X CIAN-3	-0.5284	f

$$\text{DMS } (0.05) \text{ (sij-skl)} = 0.0936$$

$$\text{DMS } (0.05) \text{ (siJ-Sik)} = 0.1046$$

Efectos no seguidos con la misma letra son significativamente diferentes de acuerdo con DMS al 0.05 de probabilidad.

Esto quizá se deba a que en ambos progenitores la acción aditiva no es importante, sin embargo presentan que la acción génica no aditiva si es importante por su alto valor de aptitud combinatoria específica.

La mayor desviación negativa con respecto al comportamiento medio de los progenitores fue observada por la cruza CIAN-1 X CIAN-3 (Cuadro 4.18), lo cual sugiere que estas líneas no forman un buen híbrido para este caracter, sin embargo al efectuar el cruzamiento de cualquiera de estas dos líneas con CIAN-4 se obtiene un mayor efecto de ACE, por

lo que esta última expresa acción génica no aditiva que favorece el índice de velocidad de emergencia.

Los resultados del análisis de correlación para los caracteres relacionados con el vigor de la semilla, estudiados en este trabajo se presentan en el apéndice Cuadro A.6. El peso de 100 semillas correlacionó significativamente ($P < .01$) con la germinación, longitud radicular y peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado, mientras que con el peso volumétrico mostró significancia al nivel de 0.05 de probabilidad.

Esto comprueba que el peso de la semilla es un caracter importante en la expresión del vigor de la misma y que este favorece la tolerancia al envejecimiento acelerado, es decir, de acuerdo con los resultados de este análisis a medida que se incrementa el peso de 100 semillas aumenta la tolerancia al estres producido por envejecimiento acelerado.

Por otra parte nosotros observamos que el peso de 100 semillas y el índice de emergencia no estuvieron correlacionados, esto creemos que se debe a que el peso de 100 semillas es un caracter que depende de la cantidad de reservas principalmente de proteínas, mientras que el índice de emergencia depende de la capacidad que tienen las semillas para germinar y emerger bajo determinadas condiciones que algunas veces no son las óptimas, y aun cuando ambos son

determinados genéticamente el tipo de acción génica involucrada en ambos caracteres puede ser diferente.

El índice de velocidad de emergencia mostró una correlación altamente significativa ($P < .01$) con la germinación después de envejecimiento acelerado, esto nos indica que seleccionando genotipos de melón para vigor de semilla a través de envejecimiento acelerado, tendremos también genotipos con buen índice de velocidad de emergencia. La correlación existente entre el índice de emergencia y los demás caracteres fue no significativa.

La germinación después de envejecimiento acelerado correlacionó significativa y positivamente con longitud de hipocotilo y peso seco de plántulas es decir que mientras mayor se la tolerancia al stress del envejecimiento acelerado mayor será la longitud del hipocotilo y el peso seco de plántulas.

El peso seco de plántulas estuvo correlacionado con todos los caracteres con excepción del índice de velocidad de emergencia y la longitud de hipocotilo. Por otra parte la longitud de hipocotilo solo correlacionó con la germinación después de envejecimiento acelerado, esto quizá se debe a que en cuanto mayor sea la fuerza para tolerar el envejecimiento, más rápido será el paso de la plántula de la fase autótrofa a la fase heterótrofa y como resultado de este el hipocotilo

presentará mayor longitud.

En el Cuadro A.3 se presentan los coeficientes de correlación, así como la significancia para las variables relacionadas con calidad de fruto, incluyendo peso y número de semillas. En este cuadro podemos observar que todas las variables muestran una correlación positiva, altamente significativa ($P < 0.01$), por lo cual es muy importante considerarlas cuando se realiza una investigación orientada a mejorar la calidad de fruto.

Pero, lo más interesante en este análisis de correlación es la alta significancia encontrada en todas las variables del fruto con la cantidad y el peso de semilla, lo cual confirma la importancia de la semilla en desarrollo del fruto.

Esta es la explicación por la que tanto para la producción de fruto como de semilla es indispensable la utilización de abejas que aseguran la polinización y por ende el amarre del fruto y de la mayor cantidad de semillas, ya que cuando ésta es deficiente se presentan frutos deformes de menor tamaño; y posiblemente de menor cantidad de sólidos solubles.

Nosotros quisimos incluir este análisis de correlación para enfatizar la importancia de la calidad de fruto sobre la

cantidad y número de semillas, e inclusive creemos que en futuros estudios se debe investigar la relación entre caracteres del fruto con calidad de semilla, ya que quizá seleccionando para vigor de semilla mejoraremos además el rendimiento y la calidad del fruto; como se ha hecho en Iowa, en el programa de mejoramiento de Maíz, en donde ha sido utilizada la técnica de envejecimiento acelerado.

CONCLUSIONES

En base a los ojetivos planteados en este trabajo y a los resultados obtenidos se obtienen las siguientes conclusiones:

En general las líneas mostraron un vigor menor de su semilla con relación a los híbridos ya que en todos los caracteres estudiados presentaron los valores más bajos.

La acción génica aditiva es importante en la expresión del peso de 100 semillas. La tolerancia al envejecimiento acelerado y el índice de emergencia.

Del mismo modo la acción génica no aditiva estuvo involucrada en los caracteres peso de 100 semillas, tolerancia al envejecimiento acelerado y el índice de velocidad de emergencia.

Los efectos recíprocos son importantes en la expresión del peso de 100 semillas, así como del peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado. Por lo que la cruza, i, j es diferente de la cruza j, i .

El progenitor CIAN-6 puede ser utilizado en la formación de variedades de polinización libre para vigor de semilla ya que mostró altos valores de aptitud combinatoria general para todos los caracteres estudiados.

CIAN-5 puede ser utilizado en la formación de variedades de polinización libre, considerando los caracteres peso de 100 semillas, longitud radicular, porcentaje de germinación y peso seco de plántulas después de envejecimiento acelerado.

En base a la aptitud combinatoria específica se observó que CIAN-5 X CIAN-6 es el mejor híbrido para peso de 100 semillas.

Los mejores híbridos para los caracteres por ciento de germinación y peso seco de plántula, después de envejecimiento acelerado fueron CIAN-1 X CIAN-4, CIAN-1 X CIAN-6 y CIAN-6 X CIAN-4, CIAN-6 X CIAN-1, respectivamente.

CIAN-1 X CIAN-4 y CIAN-3 X CIAN-4 fueron los mejores híbridos para el carácter índice de velocidad de emergencia.

La línea CIAN-5 presenta genes citoplásmicos por lo cual se debe utilizar como hembra en cruzamiento dirigidos tanto para el carácter peso de 100 semillas como para peso

seco de plántulas.

Es necesaria la evaluación de las líneas e híbridos por uno o más años para reafirmar los resultados obtenidos en este trabajo e incluir la evaluación de campo

Consideramos necesario la evaluación de envejecimiento acelerado a través de diferentes períodos de tiempo con la finalidad de elegir el período más adecuado de tal manera que logremos seleccionar mejor nuestros genotipos.

La correlación existente entre el envejecimiento acelerado (por ciento de germinación) y el índice de velocidad de emergencia pone de manifiesto que ambas son adecuadas para evaluar el vigor de la semilla.

Es importante conocer el comportamiento de las líneas e híbridos para los caracteres de rendimiento y calidad de fruto, y correlacionar los resultados con los de vigor de semilla, ya que quizá a través de una prueba de vigor se podría mejorar el rendimiento y la calidad del fruto.

RESUMEN

Este trabajo fue realizado en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo de la Relación - Agua - Suelo - planta atmósfera (CENID-RASPA), el Campo Agrícola Experimental de la Laguna (CAELALA) ambos pertenecientes al INIFAP, así como en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Se efectuaron una serie de cruzamientos dialélicos entre seis líneas homocigotas de melón (*Cucumis melo* L.) proporcionadas por el programa de mejoramiento genético del INIFAP de la laguna, con el objetivo de conocer el tipo de acción génica involucrada en el vigor de la semilla, la influencia de efectos maternos, así como el comportamiento de las líneas para su utilización posterior en la formación de híbridos que expresen un mayor vigor de semilla.

El vigor fue evaluado a través del índice de velocidad de emergencia la tolerancia al envejecimiento acelerado (deterioro artificial de la semilla) y el peso de 100 semillas.

La tolerancia al estres producido por envejecimiento acelerado se evaluó a través del porcentaje de germinación,

la longitud radicular y de hipocotilo, y el peso seco de plántulas después de someter a la semilla a una temperatura de 42°C y una humedad relativa de 100 por ciento por un período de 48 horas.

El envejecimiento acelerado afectó ligeramente el vigor de la semilla de las líneas e híbridos.

En general el vigor de la semilla de las líneas fue menor que el de los híbridos. En la expresión del índice de velocidad de emergencia la tolerancia al envejecimiento y el peso de 100 semillas estuvieron involucrados los efectos génicos aditivos.

Los efectos génicos no aditivos fueron importantes en la expresión de los caracteres estudiados con excepción de la longitud radicular y de hipocotilo después de envejecimiento acelerado.

La expresión génica citoplásmica fue importante en el peso de 100 semillas y el peso seco de plántulas.

En base a su buena aptitud combinatoria general los progenitores CIAN-5 y CIAN-6 pueden ser utilizados en la formación de variedades de polinización libre que involucre el vigor de semilla.

En base a su aptitud combinatoria específica el mejor híbrido para tolerancia al deterioro e índice de velocidad de emergencia lo forman las líneas CIAN-1 y CIAN-4, mientras que para el caracter peso seco de plántulas fue aquel formado por CIAN-5 y CIAN-6.

En la continuación de este trabajo es importante correlacionar el comportamiento de las líneas e híbridos para vigor de semilla con la evaluación para rendimiento y calidad de fruto.

LITERATURA CITADA

- Abdul-Baki, A.A. 1980. Biochemical Aspects of seed vigor Hortscience 15(6):765. USA.
- Andrews, C.H. 1973. Laboratorio de Tecnología de Semillas Estación Experimental Agrícola de Mississippi, Mississippi State. USA.
- Association of Official Seed Analyst. 1983. Seed vigor testing Handbook 32 p. 88.
- Badwall, S.S., and K.S. Labana. 1987. Combining ability for seed size, oil and protein content in indian mustard. Crop Improvement 14 (1) 10-13. India.
- Bdliya, P.M., and J.S. Burris. 1988. Diallel analysis of tolerance of drying injury in seed corn. Crop Science 28(6): 935-938. USA.
- Cano, R.P., V. Hernández H., L.E. Moreno A. y J.J. Espinoza 1992. El Cultivo del melón en la comarca Lagunera. Folleto de divulgación. CIANE. Matamoros, Coah. México. 15 p.
- Cantliffe, D.J., and E.C. Tigchelaar. 1980. Introduction to the Simposium Seed Quality. Hortscience 15(6): 764. USA.
- Chadha, M.L., and K.S. Nandpuri. 1980. Hybrid vigor studies in muskmelon. Indian J. Hort. 37:276-282. India.
- Chauhan, V.S., and B.B. Singh. 1983. Genetic analysis of protein and oil content in soybean. Indian J. Agric. Sci. 53(8):634-637. India.
- Ching, T.M. 1973. Adenosine triphosphate content and seed vigor. Plant Physiol. 51:400-402. USA.
- Delouche, J.C. 1969. Planting seed quality. Journal paper No. 1721 Miss Agric. Exp. Sta. Miss State Univ, Mississippi state. USA.
- _____. 1971. Determinants of seed quality. Seed technology laboratory. Mississippi state University Mississippi state. USA.
- _____. 1985. Nuevos caminos en la investigación sobre tecnología de semillas. Memorias tecnológicas de

semillas. CIAT. Colombia p. 39.

Delouche, J.C., and C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging Techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. Technol.* 1: 427-452. Netherlands.

Dickson, H.M. 1980. Genetic aspects of seed quality. *Hortscience.* 15(6): 771-773. USA.

Doijode, S.D. 1985. Genetic differences for longevity of seeds in muskmelon. *Progressive Horticulture* 17(4): 321-324. India.

_____. 1989. Changes in seed viability and vigor in winter squash seeds affected by ageing. *Haryana J. Hort. Sci.* 18(3-4):250-252. India.

Edelstein, M., and J. Kigel. 1990. Seed germination of melon (*Cucumis melo* L.) at sub and supra optimal temperatures. *Scientia Horticulturae.* 45: 55-63.. Israel.

Edelstein, M., J. Kigel and H. Nerson. 1991. Relationships among germination, emergence and seedling development of muskmelon at low temperature. *Scientia Horticulturae.* 47(1-2): 51-58. Israel.

Espinoza A., J.J. 1987. Análisis de la producción y exportación del melón mexicano. Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 111 p.

_____. 1991. Situación técnico-económica del cultivo del melón en la Comarca Lagunera y necesidad de ajuste en su producción. Memorias Cuarto Congreso Nacional de SOMECH. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 84.

Globerson, D., A. Genizi and J.E. Staub. 1987. Inheritance of seed weight in *Cucumis sativus* (L) var *sativus hardwickii* (Royle) Kitamura. *Theoretical and Applied Genetics* 74(4): 522-526. Israel.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian J. Biol. Sci.* 9:463-493. Australia.

Gupta, D., and S.L. Basak. 1983. Genetics of germination and seedling growth of flax (*Linum usitatissimum*). *Seed Sci. Technol.* 11(2):251-256. Netherlands.

Gupta, M.P., P.K. Gupta and I.B. Singh. 1988. Genetic analysis for quality characters in rice. *Genetika Yugoslavia.* 20(2):141-146. Yugoslavia.

- semillas. CIAT. Colombia p. 39.
- Delouche, J.C., and C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging Techniques for predicting the relative starability of seed lots. *Seed Sci. Technol.* 1: 427-452. Netherlands.
- Dickson, H.M. 1980. Genetic aspects of seed quality. *Hortscience.* 15(6): 771-773. USA.
- Doijode, S.D. 1985. Genetic differences for longevity of seeds in muskmelon. *Progressive Horticulture* 17(4): 321-324. India.
- _____. 1989. Changes in seed viability and vigor in winter squash seeds affected by ageing. *Haryana J. Hort. Sci.* 18(3-4):250-252. India.
- Edelstein, M., and J. Kigel. 1990. Seed germination of melon (*Cucumis melo* L.) at sub and supra optimal temperatures. *Scientia Horticulturae.* 45: 55-63. Israel.
- Edelstein, M., J. Kigel and H. Nerson. 1991. Relationships among germination, emergence and seedling development of muskmelon at low temperature. *Scientia Horticulturae.* 47(1-2): 51-58. Israel.
- Espinoza A., J.J. 1987. Análisis de la producción y exportación del melón mexicano. Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 111 p.
- _____. 1991. Situación técnico-económica del cultivo del melón en la Comarca Lagunera y necesidad de ajuste en su producción. Memorias Cuarto Congreso Nacional de SOMECH. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 84.
- Globerson, D., A. Genizi and J.E. Staub. 1987. Inheritance of seed weight in *Cucumis sativus* (L) var *sativus* *hardwickii* (Royle) Kitamura. *Theoretical and Applied Genetics* 74(4): 522-526. Israel.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian J. Biol. Sci.* 9:463-493. Australia.
- Gupta, D., and S.L. Basak. 1983. Genetics of germination and seedling growth of flax (*Linum usitatissimum*). *Seed Sci. Technol.* 11(2):251-256. Netherlands.
- Gupta, M.P., P.K. Gupta and I.B. Singh. 1988. Genetic analysis for quality characters in rice. *Genetika* Yugoslavia. 20(2):141-146. Yugoslavia.

- Heydecker, W. 1973. Vigor. In E. H. Roberts (ed) viability of seeds. Syracuse University Press. Syracuse N. Y. USA. p. 209-252.
- Hutton, M.G., and J.B. Loy. 1985. Cold germinability of *Cucumis melo*. Cucurbit genetics cooperative. 8:41. USA.
- _____. 1991. Muskmelon cultigens evaluated for low-temperature germinability. Hortscience 26:1333. USA.
- _____. 1992. Inheritance of cold germinability in muskmelon. Hortscience 27 (7): 826-829
- Islas E., M. 1992. Posibilidades de Exportación de melón Mexicano a Japón. Tesis.Licenciatura. Chapingo, México. 167 p.
- Kalaimani, S., and M. K. Sundaram. 1987. Genetic analysis in rice (*Oryza sativa* L). Madras Agricultural Journal 74 (8-9): 369-372.India.
- _____. 1988. Combining ability for yield and yield components in rice (*Oryza sativa* L.) Madras Agricultural Journal. 75(3-4): 99-104.India.
- Kalb, J.T., and D. W. Davis. 1984. Evaluation of combining ability, heterosis and genetic variance for yield maturity and plant characteristic in bush muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(3): 416-419. USA.
- Kamel, B. S., H. Dawson, Y. Kakuda. 1985. Characteristics and composition of melon and grape seed oils and cakes. J. Amer. oil Chemis. Soc. 62(5): 881-883. Canada.
- Kaw. R.N. 1988. Combining ability for low temperature germinability in rice. Genetica Agraria 42(1): 43-47. Philippines.
- Lippert, L. F., and P.D. Legg. 1972. Diallel analysis for yield and maturity characteristics in muskmelon cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci 97(1):87-90. USA.
- Maguire, J. P. 1962. Speed of Germination and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop. Science. 2:176-177. USA.
- Matzinger, D.F. 1963. Experimental estimates of genetics parameters and their applications in self-fertilizing plants. In W.D. Hanson and H.F. Robinson (eds). Statistical genetics and plant breeding Nas-Nrc No. 982. USA.

- McDonald, M.B., Jr. 1975. A review and evolution of seed vigor test. Proc. Assoc. Offic. Seed Anal. 65:109-139. USA.
- Meredith, W. R., Jr. 1984. Quantitative genetic. In R. J. Kohel and C.F. Lewis (eds). Cotton Amer. Soc. Agron. Monograph 24 Madison, Wis. USA.
- Miura, H., K. Saito and C. Tsuda. 1988. Diallel Analysis of Genotipe. Environmental interactions for the speed and uniformity of germination in *Rustica tobacco*. Japanese J. Breeding. 38 (1): 17-26. Japan.
- Montes C., F. y A. Martinez. M. 1990. Producción de semillas de hortalizas en la Facultad de Agronomía de la UANL. En Molina M., J., J. A. Estrada, G.M. Livera y V.A. González. (eds). Análisis de la enseñanza de la producción e investigación de semillas en México. SOMEFI. Chapingo, México. p. 95-99.
- Nerson, H., D. J. Cantliffe, H. S. Paris and Z. Korchi. 1982. Low temperature germination of birdnest-type muskmelon. Hortscience 17:339-340. USA.
- Nievwhof, M., F. Garretsen and J. C. Oeveren. 1989. Maternal and genetics effects on seed weight of tomato and effects of seed weight on growth of genotypes of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Plant Breeding 103(3):248-254. Netherlands.
- Pandey, P.K., R. D. Goyal, V. Prakash, R. P. Katiyar and C. B. Singh. 1990. Association between laboraty vigor test and field emergence in cucurbits. Seed Research 18(1):40-43. India.
- Pesis, E., and J. N. Timothy. 1983. Viability, vigor and electrolytic leackage of muskmelon seeds subjected to accelerated aging. Hortscience. 18(2):222-224. USA.
- Pollock, B. M., and E. E. Roos. 1972. Seed and seedling vigor. In Kozlowski T.T. (ed). Seed Biology Acedemic Press. New York. USA. (1):314-388.
- Perry, D.A. 1973. Seed vigor and stand establishment. Hort Abstr. 42:334-342. England.
- _____. 1978. Report of vigor test commitee 1974-1977. Seed Sci. Technol. 6:159-181. Netherlands.
- _____. 1981. Manual de métodos de ensayos de vigor. Asosiación Internacional de Análisis de Semillas. Zurich, Switzerland. 56 p.
- Rui, C. Q., and A. C. Zhao. 1983. Genetics analysis of F₁

- grain weight and shape in a diallel cross of indica rice. *Scientia Agricultural Sinica*. 5:14-20. India.
- Rojas, B. A., and F. Sprague. 1952. A comparison of variance components in corn yield traits. III general and specific combining ability and their interacciones with locations and years. *Agron. J.* 44:462-466. USA.
- Shannon, M.C., G. W. Bohn and J. A. McCreigh. 1984. Salt tolerance among muskmelon genotypes during seed emergence and seedling growth. *Hortscience*. 19(6):828-830. USA.
- Silvero, S. M. de, A. A. Conde and O.I. Silvero. 1989 [Combining ability in diallel cross of linseed] *Boletín genético (castelar)* 15 (9-14). Argentina.
- Singh, R.P. 1982. Combining ability for grain weight and its components in rice. *Crop Improvement* 9(2):156-159. India.
- Steel, R. G. y J. H. Torrie. 1986. *Bioestadística. Principios y procedimientos*. 2a. ed. Mc Graw Hill. Mexico p. 298.
- Sprague, G. F., and L.A. Tatum. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 34:923-932. USA.
- Van Oncklen, H. A., R. Verbeek, M.A. Stone and A.A. Khan. 1973. The metabolism of barley embryo under accelerated aging conditions and its relation to alpha amylase synthesis and RNA metabolism of aleurone. *Plant Physiol.* 5:5-39. USA.
- Vendeneev, G. I., and V. I. Zhuzhukin. 1986. [Genetics control of quantitative characters in maize II 1000-grain weight] *Genetika* 22(5):801-808. USSR.
- Whitaker, W. T. 1976. Cucurbits. In Simmonds, N.W. (ed). *Evolution of crop plants*. ed Longman. New York, U.S.A. p. 64-69.
- Woodstock, L. W. 1973. Physiological and biochemical test for seed vigor. *Seed Sci. Technol.* 1:127-157. Netherlands.
- Woodstock, L.W., and D.F. Grabe. 1967. Relationship between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in *Zea mays* L. *Plant physiol.* 42:1071-1076. USA.

A P E N D I C E

CUADRO A.1 Superficie Cosechada y Rendimientos de los Principales Países Productores de Melón. 1988-1990.

PAIS	SUP. COSECHADA (1000 HA)			RENDIMIENTO KG/HA		
	1988	1989	1990	1988	1989	1990

Cuadro A.2 Superficie, Producción, Rendimiento y Valor del Cultivo del Melón en la Comarca Lagunera. 1978-1992.

Año	Superficie has.	Producción (tons.)	Rendimiento promedio ton/ha	Valor (miles)
-----	--------------------	-----------------------	--------------------------------	---------------

CUADRO A.1 Superficie Cosechada y Rendimientos de los Principales Países Productores de Melón. 1988-1990.

PAIS	SUP. COSECHADA (1000 HA)			RENDIMIENTO KG/HA		
	1988	1989	1990	1988	1989	1990
CHINA	122	125	129	19489	19440	19341
ESPAÑA	73	68	62	12304	13776	15301
U.S.A.	41	41	41	18025	18025	17927
IRAN	70	68	68	18610	6451	6618
EGIPTO	30	25	26	19179	24360	23462
MEXICO	33	30	30	13058	13333	13333
JAPON	18	18	18	22870	22778	22778
ITALIA	17	19	17	18999	18345	17644
MARRUECOS	19	22	22	14362	14450	14545
IRAK	27	28	29	9685	11189	11228
FRANCIA	17	16	17	16121	17348	18235
ARABIA SAUDITA	6	6	6	34545	34545	34545
REP. COREA	8	9	9	20008	22254	22989
MUNDIAL	639	64	661	15443	14369	14342

Fuente: FAO., Anuario de Producción, 1990. Pag. 151

Año	Superficie has.	Producción (tons.)	Rendimiento promedio ton/ha	Valor (miles)
1978	729	17,153	23,529	33,448
1979	1218	28,574	23,459	57,148
1980	1865	46,172	24,757	138,516
1981	3397	85,403	25,140	300,619
1982	3303	69,212	20,954	577,920
1983	3283	62,068	18,905	707,575
1984	2294	40,693	17,730	1,220,190
1985	2965	48,206	16,258	1,855,931
1986	4171	59,171	14,186	2,070,985
1987	3526	44,593	12,646	5,671,500
1988	3293	50,398	15,398	17,363,420
1989	3608	63,398	17,571	33,336,060
1990	5099	88,159	17,289	28,651,675
1991	5660	69,006	12,191	34,503,000
1992	5618	103,255	18,379	

Fuente: SARH. 1992. Estadísticas de la Producción Agropecuaria y Forestal. Cd. Lerdo, Dgo. México. p. (INEDITO)

Cuadro A.3 Coeficientes de Correlación y Significancia para Variables Relacionadas con Calidad de Fruto, Peso y Número de Semillas.

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁		.9191 ^a **	.9191 **	.7670 **	.5333 **	.7239 **
X ₂			.8324 **	.7120 **	.5180 **	.6949 **
X ₃				.6848 **	.4991 **	.6519 **
X ₄					.4739 **	.5876 **
X ₅						.8814 **
X ₆						

^a = Coeficientes de Correlación (r)

** = Correlación significativa al nivel de 0.01

Variable X₁ = peso melón (grs)

Variable X₂ = Diámetro polar (cms)

Variable X₃ = Diámetro ecuatorial (cms)

Variable X₄ = Volumen (cm³)

Variable X₅ = Número semillas

Variable X₆ = Peso semilla

Cuadro A.4 Porciento de Emergencia de Líneas e Híbridos de Melón Bajo Condiciones de Invernadero a los 7 y 12 Días.

Genotipo	Porciento (7 días)	Porciento (12 días)
CIAN-1	20.00	95
CIAN-1 X CIAN-2	32.50	100
CIAN-1 X CIAN-3	13.75	100
CIAN-1 X CIAN-4	42.50	100
CIAN-1 X CIAN-5	38.75	100
CIAN-1 X CIAN-6	33.75	98.75
CIAN-2	10.00	100.00
CIAN-2 X CIAN-1	27.50	96.25
CIAN-2 X CIAN-3	15.00	98.25
CIAN-2 X CIAN-4	25.00	95.00
CIAN-2 X CIAN-5	28.75	97.50
CIAN-2 X CIAN-6	16.25	98.75
CIAN-3	0.00	98.75
CIAN-3 X CIAN-1	11.25	96.25
CIAN-3 X CIAN-2	12.50	98.75
CIAN-3 X CIAN-4	28.75	100.00
CIAN-3 X CIAN-5	6.25	100.00
CIAN-3 X CIAN-6	25.00	98.75
CIAN-4	0.00	97.50
CIAN-4 X CIAN-1	17.50	100.00
CIAN-4 X CIAN-2	17.50	100.00
CIAN-4 X CIAN-3	6.25	98.75
CIAN-4 X CIAN-5	10.00	97.50
CIAN-4 X CIAN-6	11.25	100.00
CIAN-5	6.25	97.50
CIAN-5 X CIAN-1	18.75	100.00
CIAN-5 X CIAN-2	17.50	100.00
CIAN-5 X CIAN-3	8.75	100.00
CIAN-5 X CIAN-4	8.75	98.75
CIAN-5 X CIAN-6	12.50	100.00
CIAN-6	13.75	100.00
CIAN-6 X CIAN-1	17.50	98.75
CIAN-6 X CIAN-2	16.25	100.00
CIAN-6 X CIAN-3	16.25	98.75
CIAN-6 X CIAN-4	23.75	100.00
CIAN-6 X CIAN-5	11.25	100.00

Cuadro A.5 Medias Para Porcentaje de Germinación Longitud de Radícula y Longitud de Plúmula Peso Seco de Plántulas Después de Envejecimiento Acelerado.

Progenitor	Germinación %	Longitud hipocotilo cms	Longitud radícula cms	Peso Seco plántulas mg/plántula
CIAN-1	84.50	8.075	11.265	4.990
CIAN-1 X CIAN-3	95	7.195	11.045	5.792
CIAN-1 X CIAN-4	97.5	7.612	11.835	6.207
CIAN-1 X CIAN-5	97.5	7.072	12.277	5.422
CIAN-1 X CIAN-6	100	8.410	12.012	7.140
CIAN-3	98	6.130	10.575	7.192
CIAN-3 X CIAN-1	96	7.250	13.249	8.370
CIAN-3 X CIAN-4	97.5	8.322	12.089	8.190
CIAN-3 X CIAN-5	97	6.725	13.485	7.197
CIAN-3 X CIAN-6	100	7.680	12.097	8.472
CIAN-4	81.25	6.377	11.690	4.830
CIAN-4 X CIAN-1	99.5	7.565	12.230	6.775
CIAN-4 X CIAN-3	99.5	6.715	11.802	6.285
CIAN-4 X CIAN-5	98	7.220	10.605	4.862
CIAN-4 X CIAN-6	99.5	8.332	12.365	7.517
CIAN-5	98.5	7.282	13.590	7.892
CIAN-5 X CIAN-1	97.5	7.180	12.397	7.950
CIAN-5 X CIAN-3	91.5	5.905	13.437	7.820
CIAN-5 X CIAN-4	100	7.188	12.252	9.467
CIAN-5 X CIAN-6	98.5	7.282	12.759	7.780
CIAN-6	99.5	7.842	12.340	6.177
CIAN-6 X CIAN-1	99.5	7.057	11.562	7.767
CIAN-6 X CIAN-3	99.5	7.137	12.020	8.017
CIAN-6 X CIAN-4	98.5	8.037	12.672	7.837
CIAN-6 X CIAN-5	97.5	7.010	13.362	8.622

Progenitor	Germinación %	Longitud hipocotilo cms	Longitud radícula cms	Peso seco plántulas mg/plántula
CIAN-1	84.50	8.075	11.265	4.990
CIAN-1 X CIAN-3	95	7.195	11.045	5.792
CIAN-1 X CIAN-4	97.5	7.612	11.835	6.207
CIAN-1 X CIAN-5	97.5	7.072	12.277	5.422
CIAN-1 X CIAN-6	100	8.410	12.012	7.140
CIAN-3	98	6.130	10.575	7.192
CIAN-3 X CIAN-1	96	7.250	13.249	8.370
CIAN-3 X CIAN-4	97.5	8.322	12.089	8.190
CIAN-3 X CIAN-5	97	6.725	13.485	7.197
CIAN-3 X CIAN-6	100	7.680	12.097	8.472
CIAN-4	81.25	6.377	11.690	4.830
CIAN-4 X CIAN-1	99.5	7.565	12.230	6.775
CIAN-4 X CIAN-3	99.5	6.715	11.802	6.285
CIAN-4 X CIAN-5	98	7.220	10.605	4.862
CIAN-4 X CIAN-6	99.5	8.332	12.365	7.517
CIAN-5	98.5	7.282	13.590	7.892
CIAN-5 X CIAN-1	97.5	7.180	12.397	7.950
CIAN-5 X CIAN-3	91.5	5.905	13.437	7.820
CIAN-5 X CIAN-4	100	7.188	12.252	9.467
CIAN-5 X CIAN-6	98.5	7.282	12.759	7.780
CIAN-6	99.5	7.842	12.340	6.177
CIAN-6 X CIAN-1	99.5	7.057	11.562	7.767
CIAN-6 X CIAN-3	99.5	7.137	12.020	8.017
CIAN-6 X CIAN-4	98.5	8.037	12.672	7.837
CIAN-6 X CIAN-5	97.5	7.010	13.362	8.622

Progenitor	Germinación %	Longitud hipocotilo cms	Longitud radícula cms	Peso Seco plántulas mg/plántula
CIAN-1	84.50	8.075	11.265	4.990
CIAN-1 X CIAN-3	95	7.195	11.045	5.792
CIAN-1 X CIAN-4	97.5	7.612	11.835	6.207
CIAN-1 X CIAN-5	97.5	7.072	12.277	5.422
CIAN-1 X CIAN-6	100	8.410	12.012	7.140
CIAN-3	98	6.130	10.575	7.192
CIAN-3 X CIAN-1	96	7.250	13.249	8.370
CIAN-3 X CIAN-4	97.5	8.322	12.089	8.190
CIAN-3 X CIAN-5	97	6.725	13.485	7.197
CIAN-3 X CIAN-6	100	7.680	12.097	8.472
CIAN-4	81.25	6.377	11.690	4.830
CIAN-4 X CIAN-1	99.5	7.565	12.230	6.775
CIAN-4 X CIAN-3	99.5	6.715	11.802	6.285
CIAN-4 X CIAN-5	98	7.220	10.605	4.862
CIAN-4 X CIAN-6	99.5	8.332	12.365	7.517
CIAN-5	98.5	7.282	13.590	7.892
CIAN-5 X CIAN-1	97.5	7.180	12.397	7.950
CIAN-5 X CIAN-3	91.5	5.905	13.437	7.820
CIAN-5 X CIAN-4	100	7.188	12.252	9.467
CIAN-5 X CIAN-6	98.5	7.282	12.759	7.780
CIAN-6	99.5	7.842	12.340	6.177
CIAN-6 X CIAN-1	99.5	7.057	11.562	7.767
CIAN-6 X CIAN-3	99.5	7.137	12.020	8.017
CIAN-6 X CIAN-4	98.5	8.037	12.672	7.837
CIAN-6 X CIAN-5	97.5	7.010	13.362	8.622

Cuadro A.5 Medias Para Porcentaje de Germinación Longitud de Radícula y Longitud de Plúmula Peso Seco de Plántulas Después de Envejecimiento Acelerado.

Progenitor	Germinación %	Longitud hipocotilo cms	Longitud radícula cms	Peso Seco plántulas mg/plántula
CIAN-1	84.50	8.075	11.265	4.990
CIAN-1 X CIAN-3	95	7.195	11.045	5.792
CIAN-1 X CIAN-4	97.5	7.612	11.835	6.207
CIAN-1 X CIAN-5	97.5	7.072	12.277	5.422
CIAN-1 X CIAN-6	100	8.410	12.012	7.140
CIAN-3	98	6.130	10.575	7.192
CIAN-3 X CIAN-1	96	7.250	13.249	8.370
CIAN-3 X CIAN-4	97.5	8.322	12.089	8.190
CIAN-3 X CIAN-5	97	6.725	13.485	7.197
CIAN-3 X CIAN-6	100	7.680	12.097	8.472
CIAN-4	81.25	6.377	11.690	4.830
CIAN-4 X CIAN-1	99.5	7.565	12.230	6.775
CIAN-4 X CIAN-3	99.5	6.715	11.802	6.285
CIAN-4 X CIAN-5	98	7.220	10.605	4.862
CIAN-4 X CIAN-6	99.5	8.332	12.365	7.517
CIAN-5	98.5	7.282	13.590	7.892
CIAN-5 X CIAN-1	97.5	7.180	12.397	7.950
CIAN-5 X CIAN-3	91.5	5.905	13.437	7.820
CIAN-5 X CIAN-4	100	7.188	12.252	9.467
CIAN-5 X CIAN-6	98.5	7.282	12.759	7.780
CIAN-6	99.5	7.842	12.340	6.177
CIAN-6 X CIAN-1	99.5	7.057	11.562	7.767
CIAN-6 X CIAN-3	99.5	7.137	12.020	8.017
CIAN-6 X CIAN-4	98.5	8.037	12.672	7.837
CIAN-6 X CIAN-5	97.5	7.010	13.362	8.622

Cuadro A.6 Coeficiente de Correlación y Significancia para los Caracteres Relacionados con Calidad de Semilla.

	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
X ₁	a 0.1701 N.S.	0.527 **	0.045 N.S.	.549 **	.381 **	.892 **
X ₂		0.441 **	0.316 N.S.	.028 N.S.	.254 N.S.	.278 N.S.
X ₃			0.434 **	.204 N.S.	.334 *	.551 **
X ₄				0.110 N.S.	0.066 *	0.110 N.S.
X ₅					0.419 **	0.583 **
X ₆						0.502 **
X ₇						

a = Coeficiente de correlación

NS = Correlación no significativa al nivel 0.05

* = Correlación significativa al nivel de 0.05

** = Correlación significativa al nivel de 0.01

Variable X₁ = Peso de 100 semillas

Variable X₂ = Índice de velocidad de emergencia

Variable X₃ = Germinación después de envej. acelerado

Variable X₄ = Longitud hipocotilo después de envej. acelerado

Variable X₅ = Longitud radícula después de envej. acelerado

Variable X₆ = Peso volumétrico

Variable X₇ = Peso seco de plántulas después de env. acelerado

Cuadro A.6

Coeficiente de Correlación y Significancia para los Caracteres Relacionados con Calidad de Semilla.

	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
X ₁	a 0.1701 N.S.	0.527 **	0.045 N.S.	.549 **	.381 **	.892 **
X ₂		0.441 **	0.316 N.S.	.028 N.S.	.254 N.S.	.278 N.S.
X ₃			0.434 **	.204 N.S.	.334 *	.551 **
X ₄				0.110 N.S.	0.066 *	0.110 N.S.
X ₅					0.419 **	0.583 **
X ₆						0.502 **
X ₇						

a = Coeficiente de correlación

NS = Correlación no significativa al nivel 0.05

* = Correlación significativa al nivel de 0.05

** = Correlación significativa al nivel de 0.01

Variable X₁ = Peso de 100 semillas

Variable X₂ = Índice de velocidad de emergencia

Variable X₃ = Germinación después de envej. acelerado

Variable X₄ = Longitud hipocotilo después de envej. acelerado

Variable X₅ = Longitud radícula después de envej. acelerado

Variable X₆ = Peso volumétrico

Variable X₇ = Peso seco de plántulas después de env. acelerado