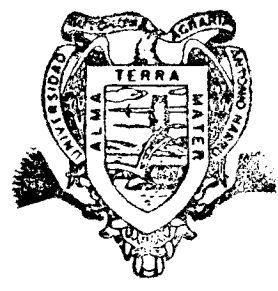
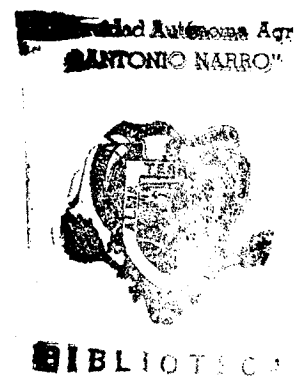


POTENCIAL DE PRUEBAS DE CALIDAD PARA
 CALIFICAR VIGOR EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE
 (*Capsicum annuum* L.) y JITOMATE
 (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

FRANCISCO HIGINIO RUIZ ESPINOZA

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

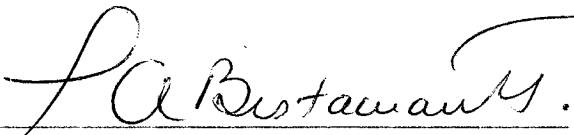
PROGRAMA DE GRADUADOS
 Buenavista, Saltillo, Coah.
 JUNIO DE 1996

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS**

COMITE PARTICULAR

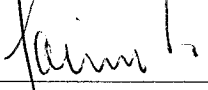
Asesor principal :



MS. Leticia A. Bustamante García

Asesor :


Dr. Jesús Ortega Pérez

Asesor :


M.C. Jaime Moisés Rodríguez del Ángel


Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Subdirector del Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila
Junio 1996

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**) por el apoyo económico para la realización de mis estudios de maestría.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por brindarme la oportunidad de conseguir otra meta en mi vida profesional.

Al Patronato del estudiante Sudcaliforniano por apoyo económico brindado

A la **M.S. Leticia A. Bustamante García**, por su apoyo en la planeación, revisión y aportación de sus conocimientos para la realización de esta investigación.

Al **Dr. Jesús Ortegón Pérez**, por sus aportaciones, orientaciones técnicas y apoyo moral.

Al M.C. Jaime Moisés Rodríguez del Ángel, por su orientación en este trabajo.

A todos los Maestros y personal del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (**C.C.D.T.S.**), por su contribución en mi formación.

A las **Q.L.T. Sandra Luz García y Q.F.B. María Alejandra Torres Tapia** por su colaboración en la realización y análisis del trabajo.

Con cariño especial para la **Srita Jovita Escobedo Garay** por su colaboración y apoyo moral durante la estancia en la maestría.

A mis compañeros de generación, **Hector Ríos, Rosa Helia Valdés, Evenor Idilio Cuellar, Teodoro González y Patricia Dorantes** por su compañerismo y amistad brindado durante estos dos años de permanencia en la maestría.

A mis amigos y compañeros del Estado de Baja California Sur, **Bernardo Murillo, Narciso Ysac Ávila y Roberto Hiram Pargas**, por su amistad y compañerismo durante los estudios en la maestría.

A todos aquellas personas que hicieron mas comfortable mis estudios de maestría.

DEDICATORIA

A **DIOS** padre por brindarme su amor, ayuda y saberme guiar en los momentos difíciles de la vida.

A mis **Padres** :

Sr. : Jesús Ruiz Sandez (+)

Sra.: Cirila Espinoza Vda. de Ruiz.

Por darme la vida, saber guiarme y con su esfuerzo diario brindarme el apoyo moral para la culminación de otra meta mas en mi vida, gracias madrecita por ser una persona digna de admirar, y a ti padre por legarme de tu vida el esfuerzo, lucha y constancia.

A mis hermanas, **Lucía, Enedina, María, Paz, Guadalupe y Loreto**, por el apoyo y cariño que siempre he recibido de ellas.

A mis cuñados, especialmente a **Felipe A. Delgadillo Barrón** por apoyo moral y amistad sincera.

A mi mejor amigo y compañero de licenciatura **Ing. Erick P. Cisneros Burgos** por ofrecerme su amistad sincera y apoyo moral.

A todos mis sobrinos por su cariño y comprensión , legarles que nunca es demasiado tarde para estudiar y emprender algo nuevo en esta mundo, Siembren las semillas y a su debido tiempo recogerán sus frutos

A la Srita **Esther Moreno Carbajal** por su amistad y cariño

COMPENDIO

**Potencial de Pruebas de Calidad Para Calificar Vigor en Lotes de Semilla de Chile
(Capsicum annum L.) y Jitomate (Lycopersicon esculentum Mill.)**

POR

FRANCISCO HIGINIO RUIZ ESPINOZA

MAESTRIA

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA " ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO 1996.

-Asesor- Ms. Leticia A. Bustamante García

Palabras claves: semilla de chile, semilla de jitomate, vigor, tiempos,
envejecimiento acelerado, deterioro controlado,
peso seco, clasificación de plántulas, correlación
con emergencia

La presente investigación fue llevada a cabo en 5 lotes de semilla de jitomate y cinco lotes de Semilla de chile todos de diferente variedad disponibles a la venta para evaluar sensibilidad de las diferentes pruebas de vigor en los que incluyeron condiciones normales, de estrés, invernadero y campo, y medir el coeficiente de asociación con emergencia en campo.

Las pruebas de vigor evaluadas fueron. Germinación estándar, primer conteo de germinación, envejecimiento acelerado (24, 48, 72 y 96 horas), deterioro controlado (24, 48 y 72 horas), índice de velocidad de emergencia en invernadero, tasa de crecimiento de plántulas (peso seco), y clasificación de plántulas. Al efectuar las correlaciones con emergencia en campo se encontró que el coeficiente de correlación fue alto para todos los tiempos de deterioro controlado en semillas de chile y jitomate, mientras que en envejecimiento fue para Jitomate tres tiempos (24, 48 y 72 horas) y para chile solamente el tiempo de 24 horas. La prueba que presentó mejor correlación con emergencia en campo en semilla de chile fue el índice de velocidad de emergencia, mientras que la prueba que reunió el número mayor de requisitos para evaluar vigor en semilla de hortalizas como el chile y jitomate resultó ser el deterioro controlado.

ABSTRACT

**QUALITY TESTS FOR ASSESSING SEED VIGOR IN PEPPER
(*Capsicum annuum* L.) AND TOMATO SEED LOTS
(*Lycopersicon esculentum* Mill)**

BY

FRANCISCO HIGINIO RUIZ ESPINOZA

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO, JUNE, 1996

MS. Leticia A. Bustamante García - Advisor-

Key words : Tomato seed, Pepper seed, vigour , times
accelerated aging, controlled deterioration ,
plant classification ,dry weight, field emergence
correlation.

This research work was carried out in five seed lots of pepper and tomato all of different varieties in order to assess seed vigor tests for their sensibility to detect differences among seed lots and correlation with field emergence.

The vigor tests assessed were: Standard germination, first count germination, accelerated aging at 24, 48, 72 and 96 h, controlled deterioration at 24, 48 and 72 h. Rate of emergence under greenhouse conditions, seedling growth rate test dry weight, seedling vigor classification, and field emergence. Those tests performed under stress conditions had higher correlation with field emergence, for both species on all the periods of controlled deterioration and had a significant correlation coefficient while, accelerated aging times of 24, 48 & 72 h, had correlation tomato seed lots, and for pepper 24 h were significantly correlated.

At the same time, the rate of emergence under greenhouse conditions was significantly correlated with field emergence. And the test which met the most vigor test requirements for this laboratory facilities was controlled deterioration in pepper and tomato seed lots.

INDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|---|------------|
| INDICE DE CUADROS..... | xiv |
| INTRODUCCION..... | 1 |
| REVISION DE LITERATURA..... | 6 |
| GENERALIDADES..... | 6 |
| VIGOR DE LA SEMILLA..... | 9 |
| COMPORTAMIENTO DE VIGOR EN CAMPO..... | 11 |
| EVALUACION DEL VIGOR | 17 |
| <i>Germinación Estándar.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Clasificación de plántulas.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Tasa de Crecimiento de plántulas (Peso Seco)</i> | <i>24</i> |
| <i>Envejecimiento Acelerado.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Deterioro Controlado.....</i> | <i>29</i> |
| MATERIALES Y METODOS..... | 32 |
| AREA DE ESTUDIO..... | 32 |
| MATERIAL GENETICO..... | 33 |
| PRUEBAS DE CALIDAD..... | 34 |
| <i>Experimento 1.....</i> | <i>34</i> |
| <i>Germinación Estándar.....</i> | <i>34</i> |
| <i>Emergencia en Invernadero.....</i> | <i>35</i> |
| <i>Índice de Velocidad de Emergencia.....</i> | <i>35</i> |
| <i>Emergencia Total.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Emergencia en Campo.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Emergencia total.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Experimento 2.....</i> | <i>37</i> |

| | |
|---|-----------|
| <i>Envejecimiento Acelerado</i> | 37 |
| <i>Experimento 3</i> | 38 |
| <i>Deterioro controlado</i> | 38 |
| <i>Experimento 4</i> | 40 |
| <i>Otras pruebas</i> | 40 |
| <i>Primer Conteo de Germinación</i> | 40 |
| <i>Clasificación de Plántulas</i> | 40 |
| <i>Tasa de Crecimiento de Plántulas (peso seco)</i> | 41 |
| ANALISIS ESTADISTICO..... | 42 |
| RESULTADOS Y DISCUSION | 44 |
| <i>Experimento 1 en Jitomate</i> | 44 |
| <i>Germinación Estándar</i> | 44 |
| <i>Emergencia en Invernadero</i> | 46 |
| <i>Índice de Velocidad de Emergencia</i> | 46 |
| <i>Emergencia en Campo</i> | 48 |
| <i>Experimento 2 en Jitomate</i> | 50 |
| <i>Envejecimiento Acelerado</i> | 50 |
| <i>Experimento 3 en Jitomate</i> | 53 |
| <i>Deterioro controlado</i> | 53 |
| <i>Experimento 4 en Jitomate</i> | 55 |
| <i>Otras pruebas</i> | 55 |
| <i>Primer Conteo de Germinación</i> | 55 |
| <i>Clasificación de Plántulas</i> | 58 |
| <i>Tasa de Crecimiento de Plántulas (peso seco)</i> | 59 |
| <i>Experimento 1 en Chile</i> | 61 |
| <i>Germinación Estándar</i> | 61 |
| <i>Emergencia en Invernadero</i> | 62 |
| <i>Índice de Velocidad de Emergencia</i> | 62 |
| <i>Emergencia en Campo</i> | 64 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Experimento 2 en Chile</i> | 65 |
| <i>Envejecimiento Acelerado</i> | 65 |
| <i>Experimento en 3 Chile</i> | 68 |
| <i>Deterioro controlado</i> | 68 |
| <i>Experimento 4 en Chile</i> | 70 |
| <i>Otras pruebas</i> | 70 |
| <i>Primer Conteo de Germinación</i> | 70 |
| <i>Clasificación de Plántulas</i> | 72 |
| <i>Tasa de Crecimiento de Plántulas (peso seco)</i> | 73 |
| CONCLUSIONES | 81 |
| RESUMEN | 83 |
| LITERATURA CITADA | 85 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro No. | Página |
|------------|--|
| 3.1 | RELACION DE MATERIAL UTILIZADO DE LAS DOS ESPECIES EN ESTUDIO, VARIEDAD Y CICLO DE PRODUCCION.....33 |
| 4.1 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA GERMINACION ESTANDAR EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995.....45 |
| 4.2 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA GERMINACION ESTANDAR EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995.....46 |
| 4.3 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA ÍNDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN INVERNADERO (I.V.E.I) EMERGENCIA TOTAL EN INVERNADERO (E.T.I) EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM)UAAAN 1995.....47 |
| 4.4 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA ÍNDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN INVERNADERO (I. V. E. I), EMERGENCIA TOTAL EN INVERNADERO (E. T. I) EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995.....48 |
| 4.5 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA EMERGENCIA EN CAMPO EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995.....49 |
| 4.6 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA EMERGENCIA EN CAMPO EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995.....50 |
| 4.7 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE GERMINACION DESPUES DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO (24, 48, 72 Y 96 HORAS) EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995.....51 |
| 4.8 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA GERMINACION DESPUES DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO (24, 48, 72, Y 96 HORAS) EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995.....53 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.9 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA DE GERMINACION DESPUES DE TIEMPOS (24, 48 Y 72 HORAS) DE DETERIORO CONTROLADO EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 53 |
| 4.10 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA GERMINACION DESPUES DE TIEMPOS (24, 48 Y 72 HORAS) DE DETERIORO CONTROLADO EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 55 |
| 4.11 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA PRIMER CONTEO DE GERMINACION EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 56 |
| 4.12 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA PRIMER CONTEO DE GERMINACION EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 57 |
| 4.13 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA CLASIFICACION DE PLANTULAS EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 58 |
| 4.14 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA CLASIFICACION DE PLANTULAS EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 59 |
| 4.15 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA TASA DE CRECIMIENTO DE PLANTULAS (PESO SECO) EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 60 |
| 4.16 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA TASA DE CRECIMIENTO DE PLANTULAS EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 60 |
| 4.17 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA GERMINACION ESTANDAR EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 61 |
| 4.18 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA GERMINACION ESTANDAR EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 62 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.19 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA ÍNDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN INVERNADERO (I.V.E.I) EMERGENCIA TOTAL EN INVERNADERO (E.T.I) EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 63 |
| 4.20 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA ÍNDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN INVERNADERO (I.V.E.I), EMERGENCIA TOTAL EN INVERNADERO (E.T.I) EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) 1995..... | 64 |
| 4.21 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA DE LA VARIABLE DE RESPUESTA EMERGENCIA EN CAMPO EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 65 |
| 4.22 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE GERMINACION DESPUES DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO (24, 48, 72 Y 96 HORAS) EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 66 |
| 4.23 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA GERMINACION DESPUES DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO (24, 48, 72, Y 96 HORAS) EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 67 |
| 4.24 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA DE GERMINACION DESPUES DE TIEMPOS (24, 48 Y 72 HORAS) DE DETERIORO CONTROLADO EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 68 |
| 4.25 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA GERMINACION DESPUES DE TIEMPOS (24, 48 Y 72 HORAS) DE DETERIORO CONTROLADO EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM)..... | 69 |
| 4.26 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA PRIMER CONTEO DE GERMINACION EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 70 |
| 4.27 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA PRIMER CONTEO DE GERMINACION EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 71 |
| 4.28 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA CLASIFICACION DE PLANTULAS EN LOTES DE SEMILLA | |

| | | |
|------|--|----|
| | DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 72 |
| 4.29 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA CLASIFICACION DE PLANTULAS EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 73 |
| 4.30 | CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA TASA DE CRECIMIENTO DE PLANTULAS (PESO SECO) EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 73 |
| 4.31 | COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA TASA DE CRECIMIENTO DE PLANTULAS EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 74 |
| 4.32 | MATRIZ DE CORRELACIONES DE EMERGENCIA EN CAMPO CON PRUEBAS DE LABORATORIO, GERMINACION ESTANDAR (G.E.), CLASIFICACION DE PLANTULAS (C.P.), PRIMER CONTEO DE GERMINACION (P.C.G), TASA DE CRECIMIENTO DE PLANTULAS (PESO SECO) (P.S.), INDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN INVERNADERO (I.V.E.I) EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 75 |
| 4.33 | MATRIZ DE CORRELACIONES DE EMERGENCIA EN CAMPO CON TIEMPOS DE ENVEJECIMIENTO (24, 48, 72 Y 96 HORAS) ACELERADO EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 76 |
| 4.34 | MATRIZ DE CORRELACIONES DE EMERGENCIA EN CAMPO CON TIEMPOS DE DETERIORO CONTROLADO (24, 48 Y 72 HORAS) EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM) UAAAN 1995..... | 76 |
| 4.35 | MATRIZ DE CORRELACIONES DE EMERGENCIA EN CAMPO CON PRUEBAS DE LABORATORIO, GERMINACION ESTANDAR (G.E.), CLASIFICACION DE PLANTULAS (C.P.), PRIMER CONTEO DE GERMINACION (P.C.G), TASA DE CRECIMIENTO DE PLANTULAS (PESO SECO) (P.S.), INDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN INVERNADERO (I.V.E.I) EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 78 |
| 4.36 | MATRIZ DE CORRELACIONES DE EMERGENCIA EN CAMPO CON TIEMPOS DE ENVEJECIMIENTO (24, 48, 72 Y 96 HORAS) ACELERADO EN LOTES DE SEMILLA DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 79 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.37 | MATRIZ DE CORRELACIONES DE EMERGENCIA EN CAMPO CON TIEMPOS DE DETERIORO CONTROLADO (24, 48 Y 72 HORAS) EN LOTES DE SEMILLA DE JITOMATE (CAPSICUM ANNUUM) UAAAN 1995..... | 80 |
|------|---|----|

INTRODUCCION

Los cultivos más redituables en México son sin duda alguna las hortalizas, y por lo mismo tienen un lugar preponderante en la economía nacional así como en la obtención de divisas. Por ello se destina una superficie importante de terreno para su producción, además de altas inversiones. A nivel mundial se considera en 700 millones de toneladas su producción, sin embargo solo dos hortalizas cubren el 50 por ciento de la producción hortícola mundial, siendo éstos la papa y el jitomate.

Así mismo en México estas hortalizas mencionadas a nivel mundial son las más importantes, sin embargo aquí se le agregan los chiles, la cebolla, el melón y la sandía. La producción de hortalizas en nuestro país representa un rubro importante en la agricultura, aportando un 16.6 por ciento del valor de la producción nacional (7.5 millones de toneladas), y ocupa un 3.5 por ciento de la superficie nacional (25 millones de hectáreas), además que genera empleos con un 17.5 por ciento total de la fuerza agrícola y en la captación de divisas con un 40 por ciento del total de la exportación agrícola. En lo que respecta al cultivo del tomate ocupa un lugar importante con un 29 por ciento del total de la producción nacional, mientras que el cultivo de chile aporta un 19 por ciento.

Sin embargo se ha comprobado que los incrementos de producción de las

diferentes hortalizas dependen en gran medida de un satisfactorio abastecimiento de semillas de alta calidad ya que ésta determina la producción de los cultivos.

Para garantizar la calidad de las semillas, las empresas evalúan mediante ensayos de laboratorio el nivel de calidad a lo largo su proceso de producción, para asegurar que únicamente los lotes que reúnan estándares mínimos sean comercializados. La calidad principalmente es garantizada mediante ensayos de germinación, siendo la prueba estándar el ensayo en que se basa el aseguramiento de la calidad. No obstante el ser ampliamente utilizada, la germinación no garantiza el establecimiento adecuado del cultivo, al ser determinada bajo condiciones óptimas de laboratorio.

Por ello para el establecimiento del cultivo en el campo el indicador de calidad es el vigor de la semilla, el cual manifiesta el potencial que ésta tiene para funcionar adecuadamente bajo condiciones de campo. La producción de cultivos de chile y jitomate puede ser hecha mediante siembras directas y almácigos, y en ambos casos el vigor es importante para lograr un adecuado establecimiento de plántula, ahorro de semilla, lograr la densidad de población óptima así como una planta más vigorosa y productiva que eleve la producción.

El vigor de las semillas ha sido por mucho tiempo tema de interés entre los productores y usuarios de las semillas agrícolas, debido a que aun y cuando la calidad de las mismas está determinada principalmente por la germinación y el establecimiento de

plántulas en el campo, éstas dependen en gran medida del vigor. De ahí el interés para evaluar este parámetro de calidad mediante pruebas cuyos resultados estén altamente correlacionados con el comportamiento de las semillas en campo.

Para evaluar el vigor de la semilla, una serie de pruebas han sido establecidas y desarrolladas para cultivos de semillas de especies como soya, maíz, algodón frijol y trigo, etc. sin embargo pocas investigaciones se han enfocado al desarrollo de metodologías para cultivos hortícolas. Esto hace necesario la adecuación de estas pruebas para semillas de hortalizas y aquellas pruebas que resulten en una mayor correlación con emergencia en campo puedan ser usadas confiablemente como indicadoras de vigor.

A pesar de que la emergencia en campo, es una evaluación real del vigor de la semilla y se realiza en los sitios de producción, ésta no puede ser utilizada como una evaluación representativa para todas las regiones, debido a la gran diversidad de condiciones que prevalecen en cada una de estas, por lo tanto la estimación del vigor es muy variable.

Dada la importancia del vigor en lotes de semillas de hortalizas y en base a la necesidad de estudiar las metodologías existentes y adecuarlas a estas especies se planteó el presente trabajo de investigación, para el que se definieron los siguientes objetivos e hipótesis.

Objetivos

Establecer diferencias de vigor en lotes de semillas comerciales de especies hortícolas.

Determinar las pruebas de vigor que detecten diferencias en lotes de semilla con germinación aceptable.

Determinar las pruebas que reúnan el mayor número de atributos de una prueba de vigor bajo las facilidades de nuestro laboratorio.

Determinar las pruebas que permitan la mejor correlación con la emergencia en campo.

Hipótesis

Existen diferencias de vigor en lotes de semillas hortícolas comerciales.

Lotes de germinación aceptable y similar entre ellos presentan pequeñas diferencias en vigor que pueden ser detectados por alguna prueba.

Al menos una prueba reúne todos los requisitos de un ensayo de vigor en nuestro laboratorio.

Al menos una prueba de vigor si permite una buena correlación con emergencia de campo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades

En nuestro país, en los últimos años las hortalizas han cobrado un auge sorprendente desde el punto de vista de la superficie sembrada y a su producción. A nivel mundial la producción de hortalizas se estima en 700 millones de toneladas, en comparación con otros productos agrícolas y pecuarios, la producción de hortalizas no se caracteriza por una concentración en pocos países, esto debido a la facilidad que tienen para cultivarse en cualquier país y a la gran variedad de cultivos que la integran (Valadez, 1993).

Sin embargo solo dos hortalizas cubren el 50 por ciento de la producción hortícola mundial, la papa y el jitomate. También en México estas hortalizas mencionadas a nivel mundial son las más importantes, además la cebolla, los chiles, el melón y la sandía (Gómez et al, 1991). En México la actividad hortícola ocupa el 3.5 por ciento de la superficie nacional, esta produce el 9.4 por ciento de la producción agrícola nacional y significa el 16.6 por ciento del valor de la producción nacional.

Tanto la superficie destinada a las hortalizas como la producción hortícola se han

incrementado continuamente en los últimos 50 años, en la actualidad se estima que sean 7.5 millones de producción en toneladas, así como la superficie sembrada llega a 25 millones de hectáreas.

La producción de hortalizas destaca también en el país por su aporte a la generación de empleos y la captación de divisas, en el primer aspecto da ocupación al 17.5 por ciento del total de la fuerza agrícola y, en el segundo aporta aproximadamente el 40 por ciento del total generado por la exportación agrícola.

El consumo de hortalizas desempeña un papel fundamental en la alimentación al ser la fuente principal de abastecimiento de vitaminas y ciertos minerales (Denisen, 1987), el hecho de que el jitomate y los chiles verdes son indispensables en la mayor parte de los guisos como saborizantes estimulantes se estima que el consumo per cápita “ es mayor de 5 Kg ” (Gómez, 1991).

En el caso de los cultivos de chile y jitomate los principales estados productores son Puebla, Sinaloa, Guanajuato, Baja California y Tamaulipas (Valádez, 1993), la producción de jitomate equivale al 29 por ciento de la producción nacional mientras que la de chile equivale a un 19 por ciento.

Si se considera a la semilla como el insumo estratégico de la producción de un cultivo, el éxito esperado depende de la calidad de la misma, en forma rápida su probable

comportamiento en el campo se conocerá mediante pruebas rápidas sensibles y confiables de laboratorio, ya que las pruebas de campo requieren de un mayor tiempo.

En la utilización de semillas para cultivos como el chile y jitomate se utilizan siembras directas y almácigos, por lo cual la calidad de las semillas es importante para ambos tipos de siembra, para poder lograr un adecuado establecimiento de plántula, ahorro de semilla, menor densidad de población, así como una planta mas vigorosa y productiva que eleve la producción.

En las semillas de hortalizas, el porcentaje mínimo de germinación requerido para su certificación se ubica alrededor del 80 por ciento, lo cual es una seria desventaja para el desarrollo de técnicas modernas como la siembra directa y la siembra de precisión donde se requiere de porcentajes más altos, además a medida que el costo de la semilla aumenta hay una tendencia a reducir la densidad de siembra (Lees, 1980), y si esta no cumple las especificaciones descritas, puede resultar en la insatisfacción tanto del agricultor como del productor, por lo cual no cabe duda de que el semillista y el consumidor requieren más información acerca de la calidad de la semilla, información que hasta ahora sólo es provista por la germinación sola. En relación a lo anterior, consecuentemente se ha puesto mucho interés en desarrollar un parámetro complementario de calidad de las semillas el cual se ha denominado vigor (Mc Donald, 1991), y principalmente al desarrollo de técnicas para su evaluación en el aseguramiento de la calidad de lotes de semilla.

Vigor de la semilla

ISTA 1981, menciona que (Nobbe en 1876) reconoció que las propiedades de cada semilla, tales como la velocidad de germinación y crecimiento de plántula, varían dentro de cada lote de semilla, así como entre lotes diferentes. A este fenómeno le dio el nombre de Triebkraft (fuerza conductora o de empuje) y se le asignaron varios nombres, como energía de germinación y vitalidad, no obstante, el término que ha predominado en los últimos años ha sido el de “vigor de semilla”.

El vigor es un concepto muy apreciado por los investigadores y se demanda su inclusión como un criterio mas de calidad en el comercio de las semillas, debido a su importancia en el contexto del comportamiento en el campo. No obstante en particular este término es aun complejo y por lo mismo poco utilizado, sin embargo, investigadores y asociaciones que trabajan al respecto han sugerido una serie de pruebas de carácter físico, fisiológico y bioquímico que permiten evaluar el vigor de la semilla.

En el manual de vigor de (AOSA, 1983), se hace referencia que varios investigadores según sus propias conceptualizaciones convergen y relacionan al vigor con la velocidad de germinación y la habilidad de desarrollar plántulas en condiciones desfavorables: por lo cual a través del tiempo se han hecho intentos de definir al término vigor de las semillas, lo cual ha incluido conceptos como adecuado establecimiento de plantas bajo condiciones desfavorables de campo (Isely, 1950), rapidez de germinación

(Delouche y Caldwell, 1960), rapidez de germinación y uniformidad bajo condiciones favorables y desfavorables de campo (Mc. Donald, 1975), fuerza de desarrollo, velocidad de germinación (Copeland y Mc Donald, 1985), potencial de emergencia y capacidad de establecimiento en campo (Tao, 1979).

Miranda (1984), menciona que el vigor es considerado desde que la semilla alcanza su madurez fisiológica en la planta, y es el punto donde convergen el máximo peso seco, viabilidad y el más alto vigor de la semilla, y a partir de la cual como lo manifiesta Mc Donald (1975, 1977) la pérdida de vigor precede a la pérdida de germinación y viabilidad.

En su congreso de 1950 la ISTA acordó que los ensayos de germinación serían desarrollados universalmente sobre medios inertes y que cualquier ensayo destinado a obtener resultados de una magnitud similar en el suelo se denominarían “ensayos de vigor”. En 1977 el comité de Ensayos de Vigor de la ISTA en su congreso definió al vigor de la semilla como la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla o lote de semillas, durante su germinación y emergencia en plántula, asumiendo que semillas con buen comportamiento se denominan de alto vigor, y aquellas de un comportamiento pobre, se consideran de bajo vigor (Perry, 1980).

Por otro lado la AOSA (1983) a través de su comité de vigor define al vigor

como “ la suma total de propiedades de la semilla que determinan el potencial para la rápida y uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo ”.

A pesar de las diferentes opiniones concernientes a los factores que afectan al vigor de la semilla, la noción de variación en el comportamiento y actividad de la semilla que germinan está presente en todos ellos. Queda claro entonces que el vigor es un concepto múltiple y no una única propiedad cuantificable, no obstante Perry (1976) menciona que varias causas afectan el vigor, indicando que estos factores incluyen la constitución genética, condiciones ambientales y nutrición de la planta madre; estado de madurez en la cosecha, tamaño de la semilla, peso y densidad, integridad mecánica, deterioro, envejecimiento y patógenos (Perry, 1987).

Comportamiento de Vigor en Campo

Un ensayo de vigor no siempre puede predecir el porcentaje de plántulas que emergerán en el campo a partir de una densidad de siembra dada, ya que depende de las condiciones edáficas y climáticas después de la siembra, las cuales se pueden preveer. En el caso de condiciones extremadamente adversas emergerán pocas plántulas, menor al vigor del lote de semillas. Contrariamente en condiciones favorables la emergencia puede correlacionarse con germinación en el laboratorio y la prueba de vigor no presentaría ventaja alguna.

En un cultivo la emergencia total determina la densidad final de población, y existe una fuerte relación entre densidad de planta y rendimiento. Algunos cultivos pueden requerir de una distribución precisa y uniforme para maximizar el rendimiento. Tal distribución puede resultar del alto porcentaje de emergencia asociada con alto vigor de la semilla. Las tasas más bajas de emergencia frecuentemente se asocian con bajo vigor de la semilla lo que resulta en plantas más débiles y pequeñas (en comparación con las semilla con alto vigor), si las mediciones se relacionan a la fecha de siembra en lugar de la fecha de emergencia, debido a que bajo condiciones de campo algunas plántulas pueden emerger más rápidamente que otras dentro de un surco de una misma progenie debido a variaciones en la profundidad de siembra o falta de uniformidad en la superficie del suelo que pueden ocasionar una mayor acumulación de humedad (Tekrony y Egli, 1991).

Less (1980) menciona que la investigación ha demostrado que en condiciones adversas mínimas de campo la diferencia en rendimiento entre semillas de alto y bajo vigor puede ser sólo un 10 por ciento más, sin embargo en condiciones adversas severas, la diferencia en rendimiento puede pasar de 30 por ciento lo que en términos de utilidades, no puede ignorarse constituyendo así el uso de semilla de alto vigor una póliza de seguro.

Vanderlip et al (1973) en trabajo conducido en semilla de sorgo encontraron que la prueba de germinación, no estima la emergencia de plántula en el campo, en el cual los factores que pueden influir en el deterioro progresivo de la misma inciden negativamente en ella, ya que además de germinar debe contar con el potencial para establecerse en el

campo.

Así, Less (1980) cita que dos compañías semilleras inglesas al utilizar semilla de trigo de bajo vigor con índice de germinación de 97 por ciento, y de alto vigor con 94 por ciento de germinación observaron en el campo que las semillas de bajo vigor disminuyeron en 22 por ciento su germinación. En otro ensayo, sembraron cuatro lotes de semilla de trigo de la misma variedad todos con índices de germinación de 85 por ciento, los tres primeros lotes con bajo vigor tuvieron 30 por ciento menos de emergencia que los de alto vigor.

Tekrony y Egli (1991) señalan que en la siembra el empleo de semillas con alto vigor puede ser justificado para todos los cultivos, ya que permite asegurar una adecuada población de plantas a través de un amplio rango de condiciones de campo que se presentan durante la emergencia. Por lo que al utilizar semilla con alto vigor se tendrá un uso más eficiente de la tierra, y se obtendrán establecimientos de plantas vigorosas y uniformes resultando en un mayor rendimiento por superficie.

Welch, (1973) trabajando en semilla de lechuga, desarrollaron un ensayo basado en la medición de la longitud de la raíz encontrándose que el desarrollo alcanzado a los 3 días después de la siembra correlacionó bien con el tamaño de la parte aérea en el campo. Trawata, (1990) en investigaciones realizadas en la medición del crecimiento de la plántula de chile encontró también resultados predictores del establecimiento en campo.

Asímismo en semilla de chile Sundstrom, et al (1986) encontraron que la acción después de envejecimiento acelerado, (48 hrs a 40°C), mostró un alto índice de determinación y a medida que se incrementó la severidad del envejecimiento, la relación con la emergencia en invernadero decreció.

Asímismo el envejecimiento y la prueba fría resultaron buenos indicadores del comportamiento de la semilla en campo, esto fue observado por Baalbaki y Copeland al correlacionar pruebas de vigor con emergencia en campo en trigo de invierno, aunque la prueba caliente de germinación, velocidad de germinación y conductividad eléctrica no tuvieron éxito para predecir la emergencia en campo.

Por su parte Chuampis (1982) al evaluar el efecto del vigor de semillas seleccionadas de dos cultivares de arroz en el rendimiento, observó que a 20 días del inicio de la fase vegetativa de todos los niveles de vigor fueron iguales, a los 30 días los niveles de vigor no afectaron la altura de la planta ni el número de tallos por planta, y a los 60 días las semillas con mayor envejecimiento tendieron a reducir la altura y número de panículas por panícula procedentes de semilla con alto vigor fueron mayores que las de bajo vigor, sin embargo, no hubo diferencia en el peso de 1000 semillas y en el rendimiento de grano.

Carvalho y Nakagawa (1983) citan que el tamaño de la semilla no tiene efecto en la velocidad de germinación, si no que ésta depende de otros factores como la viabilidad de la

semilla, condiciones ambientales etc., sin embargo, señalan que el tamaño de la semilla tiene un efecto pronunciado sobre el crecimiento inicial de la planta, disminuyendo esa intensidad a medida que las plantas se desarrollan.

Con relación al tamaño de la semilla Delouche y Caldwell (1978) citan que en trabajos de los años 1955 y 1960 se encontró que existe correlación entre el tamaño de la semilla y el vigor. Asimismo, Hussaini et al (1984) determinaron que semillas grandes de maíz fueron superiores a semilla medianas y pequeñas en porcentaje de germinación y vigor de plántulas. Por su parte Gupta et al (1987) al evaluar tres cultivares de trigo observaron que las semillas mas grandes expresaron numericamente mejor comportamiento en rendimiento y sus componentes que las semillas medianas y pequeñas; sin embargo, las medianas fueron superiores a las grandes y pequeñas en porcentaje de germinación, índice de vigor e índice de almacenamiento determinado por la prueba de envejecimiento acelerado.

El efecto del tamaño de la semilla sobre la calidad de ésta, es un punto donde convergen muchas investigaciones desde hace tiempo. En muchas especies el tamaño de la semilla es un indicativo de su calidad fisiológico (Popinigis, 1985) influyendo sobre germinación peso fresco y seco de plántula, establecimiento final de la planta y rendimiento principalmente.

Hanumaiah y Andrews (1973) en cultivos de nabo y col, encontraron que las

semillas grandes tuvieron significativamente un mejor comportamiento en germinación estándar, vigor mediante envejecimiento acelerado, peso seco de plántula, además en el establecimiento final de la planta en el campo para el caso de nabo, en vista que éste parámetro no se vio afectado en la col.

Al trabajar con semilla de *Brassica campestris* L. var. Toria se observó que la de mayor tamaño, se estableció mejor en campo y se obtuvo mas rendimiento y además frutos mas pesados que con semilla mas pequeña Liere et al (1980) encontraron resultados similares en *Beta vulgaris*.

Por otro lado en semillas de especies nativas de pastos Kneebone y Cremer (1955) evaluando la relación entre el tamaño de la semilla y vigor de plántulas observaron que las plántulas de semilla mas grandes emergían mas rápido en campo, sin embargo, el tamaño de la simiente tuvo poco efecto sobre la germinación.

Otros estudios muestran también la superioridad de semillas grandes, en Zanahoria, las semillas mas grandes se comportaron mejor bajo condiciones adversas de profundidad de siembra en campo y a temperaturas elevadas, dando mayores pesos de raíces en primavera y verano, disminuyendo su efecto en el otoño, cuando el período de crecimiento es mas largo (Jacobsohn y Globerson, 1980).

Asimismo, en estudios de semilla de rábano las simientes mas grandes presentaron

mayor emergencia en campo, mayor desarrollo de follaje, así como de tamaño y peso de raíz que las semillas pequeñas (Smittle, 1982).

Evaluación del vigor

La calificación del vigor de las semillas ha sido por mucho tiempo tema de interés entre los productores y usuarios de las semillas agrícolas, debido a que aun cuando la calidad de las mismas está determinada principalmente por la germinación y el establecimiento de plántulas en el campo, estas dependen en gran medida del vigor. De ahí el interés para evaluar este parámetro de calidad mediante pruebas cuyos resultados estén altamente correlacionados con el comportamiento de las semillas en campo.

El vigor de las semillas es un indicador de la calidad mas allá de la germinación y denota la completa habilidad de éstas para funcionar bien bajo condiciones de campo de tal manera que la evaluación del vigor nos proporciona un resultado reproducible que puede estar mas estrechamente relacionado con el comportamiento de la semilla en campo.

De aquí que el valor principal del concepto vigor y su evaluación es el resultado de su aplicación a la siembra en el campo (Perry, 1980), agrega Moreno (1984) que el valor de evaluar el vigor de la semilla radica en la predicción del comportamiento de un lote de semillas, cuando las condiciones del medio ambiente no son del todo favorables

para la germinación y emergencia de plántulas, en segundo, el valor de comparar el potencial biológico en cuanto a vigor de lotes de semilla con porcentajes de germinación similares.

Por su parte Filgueiras (1981) citan que el vigor de semillas es especialmente importante debido a que proporciona cierta seguridad anticipada de la uniformidad de plantación, competencia completa, de manera que se controle el tamaño del producto, uniformidad de maduración y cosecha.

Se ha generado gran cantidad de investigación en el desarrollo de pruebas que miden el vigor de semillas (Johnson y Wax, 1978) con el objetivo de identificar lotes capaces de una rápida y uniforme emergencia de plántulas en el campo, así mismo lotes con una alta capacidad de emergencia en condiciones ambientales desfavorables para completar la prueba de germinación (Matthews y Powell, 1981).

Perry (1987), menciona que el objetivo de una prueba de vigor es identificar lotes de semillas que tengan capacidad de una rápida y uniforme emergencia de plántulas en el campo y una habilidad de emergencia en condiciones ambientales no favorables. Asimismo, proporcionar al agricultor una estimación del valor de la semilla para siembra y una garantía imparcial de la calidad en las transacciones comerciales.

El propósito de la mayoría de las pruebas de laboratorio es evaluar la calidad de la

semilla para la siembra adecuada en el campo. Tomer y Maguire (1990) indican que en el pasado la germinación, la pureza y la sanidad se consideraban los principales criterios de calidad de la semilla, pero ahora el vigor se considera como una característica importante en el establecimiento de los cultivos en el campo.

Ferriss y Baker (1990) señalan que al tener una mejor comprensión sobre las fallas de la semilla en el campo, podremos ser hábiles para efectuar una mejor selección y uso de las pruebas de laboratorio para predecir la utilidad de lotes adecuados para siembra.

Teniendo en cuenta la importancia y necesidad de calificar el vigor para asegurar cultivos de óptima producción, en la actualidad un número importante de pruebas de vigor han sido establecidas y publicadas por las dos asociaciones de análisis de semillas (ISTA, 1981 y AOSA, 1983).

En la actualidad muchas pruebas para evaluar vigor de semillas, han sido propuestas, sin embargo, el uso comercial de estas pruebas en análisis de semillas todavía permanece bajo fuerte discusión (Miranda, 1984).

Las pruebas de vigor se han utilizado para obtener información adicional sobre calidad de la semilla. Algunas son muy específicas y para regiones climáticas muy diferentes a las de los países subtropicales y tropicales, por lo que para su uso hay que considerar los problemas a los que se enfrentan las semillas que nos interesan.

Pero su aplicación se ha limitado principalmente a los cultivos agrícolas mas importantes y poca investigación se ha enfocado a determinar la adaptabilidad de estas pruebas como predictoras del comportamiento en campo de lotes de semillas en cultivos hortícolas (Steiner et al, 1990). Por eso se hace necesaria la evaluación de estas pruebas en estas semillas, con el fin de determinar su potencial.

Las pruebas que pueden determinar con mayor grado de precisión el vigor de la semilla se agrupan en directas e indirectas (Popinigis, 1985), clasificadas por Mc Donald (1975) en tres categorías: físicas, fisiológicas y bioquímicas. Y muy importante son las condiciones que deben cumplir, como bajo costo, rápidas, sencillas, objetivas, reproducibles, y que guarden cierto grado de correlación con la emergencia en campo (AOSA, 1983).

El comité de pruebas de vigor de la ISTA considera las siguientes pruebas específicas: crecimiento de plántula (cereales y remolacha), crecimiento de raíz (lechuga), Hiltner (cereales y betabel), prueba fría (maíz), conductividad eléctrica (chícharo), envejecimiento acelerado (soya, trigo y otros), deterioro controlado (hortalizas y ornamentales), topográfica al tetrazolio (trigo, chícharo, maíz, algodón y soya) y tetrazolio de aleurona (cereales) (Perry, 1987).

En tanto que Sayers (1982) y AOSA (1983) consideran además de envejecimiento acelerado, prueba fría, conductividad eléctrica, crecimiento de raíz, tetrazolio y la de

Hiltner, la prueba fresca de germinación (algodón), tasa de crecimiento de plántula (maíz y soya) y clasificación de plántulas (soya, algodón, cacahuete y frijol).

Germinación Estándar

La germinación en el laboratorio es el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión a un grado tal de desarrollo que manifiestan la habilidad para continuar un desarrollo normal bajo condiciones óptimas. Es decir que es la capacidad de las semillas para germinar y producir una plántula normal (ISTA, 1985).

Copeland y Mc Donald (1985) afirman que la capacidad de germinación es el criterio comunmente usado para determinar la viabilidad o calidad de la semilla y que es universalmente aceptado que la germinación y la viabilidad de la semilla se consideran términos sinónimos por los semillistas. Estos autores definen la germinación como la emergencia y desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales, que por el tipo de semilla de que se trate, son indicadoras de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables (AOSA, 1983).

De acuerdo a ISTA (1985), el objetivo de la prueba estándar de germinación es obtener información con respecto a la capacidad de las semilla para producir plántulas normales y hacer comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semilla de la misma especie. Sin embargo, bajo condiciones de campo la prueba de germinación

normalmente no da resultados satisfactorios al no obtenerse confiabilidad y repetibilidad (Delouche, 1973a e ISTA, 1985a) por lo cual dentro de ésta la apreciación del vigor se efectúa mediante el primer conteo de germinación, el cual es considerado uno de los primeros ensayos indirectos para estimar el vigor de las semillas; aún cuando éste pierde confiabilidad debido a las dificultades de estandarización, no obstante éstas pueden ser superadas si se controlan las condiciones cuidadosamente (Perry, 1987).

Con relación a la prueba estándar Cobaquil (1991) al evaluar lotes de semilla de maíz, antes de envejecerlas no encontró diferencia significativa entre lotes para el primer conteo de germinación y otras variables, sin embargo, observó que estos valores fueron menores a germinación estándar, y aun mas bajos después del envejecimiento artificial. Por su parte Jara (1993) al evaluar lotes de semilla de trigo, no encontró diferencia significativa entre ellos para primer conteo, pero si mostró tener mayor sensibilidad que la germinación total para detectar vigor.

Andrews (1978), menciona que el vigor de la semilla a nivel de germinación incluye la velocidad y germinación total, gama de condiciones del medio ambiente, tales como: temperaturas y humedad bajo las cuales la germinación ocurrirá, y la resistencia a enfermedades.

De acuerdo a Sayers (1982) la prueba de germinación se diseño para medir el máximo potencial de viabilidad de las semillas, y señala que se han establecidos criterios

para evaluar las plántulas al final de un período específico para determinar si poseen las estructuras necesarias para producir plantas normales, de aquí que la prueba requiere de las condiciones óptimas para obtener todo el potencial de germinación normal de la semilla.

La prueba de germinación se considera insuficiente para predecir la emergencia en el campo y detectar diferencias de calidad (vigor) entre lotes de semillas, trayendo como resultado la necesidad de una prueba adicional de calidad capaz de estimar el potencial de emergencia de plántulas tanto bajo condiciones adversas como favorables (ISTA, 1981).

Townsend (1979) indica que por lo general no es satisfactorio probar la germinación bajo condiciones de campo, ya que no es posible repetir con seguridad los resultados, debido a que las condiciones de campo encontradas por la semilla nunca serán las mismas. Por lo tanto se deben proponer métodos que minimicen el error ambiental asociado con la selección para la emergencia de plántula.

Clasificación de plántulas

Bajo la premisa de que algunas irregularidades o deficiencias que puedan presentar las plántulas normales y que contribuyan a un vigor bajo o menor calidad, es posible calificar el vigor de lotes de semillas al clasificar las plántulas en categorías de

fuertes y débiles. Esto provee un medio de distinguir entre semillas que tienen alguna deficiencia y aquellas libres de daño (AOSA, 1983).

En esta prueba las semillas de estos cultivos producen plántulas que tienen cuatro sitios morfológicos importantes para evaluar el vigor de las plántulas: sistema radicular, hipocotilo, cotiledones y epicotilo. Durante la germinación dada una de estas áreas debe mostrar un rápido desarrollo y estar libre de defectos visuales si es que el lote va a funcionar satisfactoriamente bajo un amplio rango de condiciones en campo.

Según AOSA (1983) el clasificar las plántulas normales en “fuertes” y “débiles” provee entonces una buena indicación de vigor. Esta clasificación de vigor de plántula puede ser hecha conjuntamente en el ensayo de germinación estándar.

Es importante observar que esta clasificación de vigor de plántulas es una prueba subjetiva. Cualquier descuido en el manejo del mismo puede afectar una interpretación exacta de las plántulas “fuertes y débiles”. El uso de fungicidas puede ayudar a prevenir el desarrollo y clasificación (ISTA, 1985).

Tasa de Crecimiento de Plántula (Peso Seco)

Según ISTA (1985) el principio de esta prueba es la evaluación objetiva de las diferencias en la tasa de crecimiento mediante el peso seco de plántulas, la cual debe ser

reproducible y exacta. Esto se basa en que las semillas vigorosas son capaces de sintetizar más eficientemente nuevos materiales nutritivos y transferir rápidamente estos nuevos productos al eje embrionario en crecimiento, resultando en acumulaciones de peso seco, siendo la tasa de crecimiento de plántula el estándar que se relaciona con los procesos bioquímicos que intervienen en el vigor, esto permite correlacionar la tasa de crecimiento con el desarrollo vegetativo en campo, lo que hace posible observar efectos de deterioro rápido en algunos períodos de almacenamiento y diferencias genéticas sobre el vigor.

Moreno (1984) menciona que esta prueba se desarrolló con el objeto de facilitar la clasificación de las plántulas débiles y vigorosas debido a que la observación visual de las diferencias entre éstas es muy subjetiva y por lo tanto está sujeta a variación que depende de la interpretación que de el analista.

Asimismo Steiner et al (1990) encontraron que la combinación mas conveniente para la media geométrica fue la alta correlación de las pruebas peso seco, longitud de raíz de plántula y GADA lo cual les indicó que la medida de crecimiento de plántula individual al igual que las pruebas bioquímicas puede ser efectiva como indicadora de emergencia de plántulas de trigo en campo.

Martínez (1989) observó que el peso seco de plántulas como prueba de vigor resultó ser más sensible que la prueba de germinación estándar para evaluar la calidad fisiológica de semilla de maíz.

Envejecimiento Acelerado

Desarrollada en la Universidad de Mississippi, el envejecimiento acelerado permite predecir el potencial de almacenamiento de algunas semillas y la emergencia en el campo (Delouche y Baskin, 1976) y a su vez supera los problemas de sensibilidad de la prueba de germinación y de muestreo (Ellis y Roberts, 1980) para calificar vigor de semillas.

Perry (1980) menciona que el deterioro es una de las diversas causas que pueden disminuir el vigor de la semilla y que las técnicas de producción de semillas deberán identificar y minimizar la velocidad a la cual ocurre el deterioro, el cual está en función del contenido de humedad de la semilla, de la temperatura y del tiempo. Algunos procesos que se asocian con el deterioro son la reducción de la actividad enzimática de la tasa respiratoria y velocidad de crecimiento de plántulas. Cuando las temperaturas son altas al punto de equilibrio 40°C y a una atmósfera saturada de agua, la pérdida de vigor y viabilidad pueden ser muy rápidas. Delouche y Baskin (1976) establecen que el desarrollo de la prueba se basa, asumiendo que los procesos de deterioro bajo envejecimiento acelerado son similares a los que realizan en condiciones normales, sólo que el grado de deterioro se ve enormemente incrementado por la exposición a niveles muy adversos de humedad relativa y temperatura en tiempos cortos.

Según Mc Donald (1975 y 1977) al comentar sobre la prueba, menciona que tiene algunas ventajas: como simple y de bajo costo, su conducción no requiere equipo

adicional a la cámara de envejecimiento acelerado y la interpretación de los resultados se basa sobre la ya familiar prueba de germinación, por lo cual no demanda entrenamiento especial. Además la prueba es rápida, requiere pocos días adicionales, comparada con la rutina de la prueba de germinación estándar. Asimismo la prueba es aplicable a la mayoría de las semillas, capaz de evaluar semillas individuales susceptibles a envejecimiento, dependiendo de la sensibilidad al mismo, por la semilla a evaluar. No obstante Ellis y Roberts (1980) al comentar sobre la prueba mencionan que al ser trasladada la técnica a una prueba o una evaluación de rutina de semillas, se pasó por alto una diferencia muy importante, la longevidad de la semilla, que es mucho mas sensible a pequeños cambios de humedad y temperatura, por lo cual da como resultado sus desventajas:

Si bien la humedad relativa puede ser constante, el contenido de humedad de la semilla aumenta durante la prueba y en consecuencia, esta no puede suministrar una curva de sobrevivencia fácilmente interpretable. Y aunque se acepte un cambio del contenido de humedad durante la prueba sería difícil aplicar condiciones idénticas a todas las partidas de semilla, debido a que el contenido inicial de humedad que por lo general no está controlado puede ser distinto para cada lote, por lo que incluso diferencias muy pequeñas del contenido de humedad pueden tener efecto sobre la longevidad. Además la realización de una sola prueba de germinación estándar al final del tratamiento presenta los mismos errores de muestreo.

Adoptada para predecir inicialmente el potencial de almacenamiento de semillas después definida como prueba de vigor. (Delouche y Baskin, 1973) desarrollada principalmente para soya y donde se pueden incluir semillas de lechuga, rábano, cebolla sandía.

Esta prueba tiene como principio el someter semillas a alta temperatura y humedad relativa por períodos cortos de tiempo con el fin de determinar su resistencia a deterioro por medio de la reducción de la germinación con relación al potencial fisiológico inicial de las mismas y relacionar la germinación después del envejecimiento con emergencia en campo bajo condiciones ambientales.

En esta prueba una variable determinante es el factor tiempo, debido a la capacidad de la semilla para soportar altas temperaturas y humedades a cortos períodos de tiempo, dependiendo de la especie a evaluar, esto quiere decir que algunas especies son capaces de soportar períodos largos de temperaturas, mientras otras no.

En trabajos realizados de envejecimiento acelerado en semilla de cebolla el tiempo de exposición al estrés fue significativo y negativamente, correlacionado, ya que a medida que este aumenta disminuye el vigor y la viabilidad de la semilla (Doijode, 1985).

Amaral (1983) manifiesta que el vigor de la semilla relacionado a condiciones de campo, se estima en forma mas precisa cuando estas son sometidas a temperaturas de 42

a 45°C y 100 por ciento de H.R. por 48 hrs según la especie antes de la prueba de germinación; los tiempos que determinó fueron para semillas de arroz 144 hrs, soya, cebolla, sorgo y trigo 72 hrs y chícharo 48 hrs, sin embargo, Baskin (1987) para semilla de trigo sugiere 45°C y 48 hrs.

Mientras que Krishnasamy y Seshu (1990) en 68 cultivares de arroz observaron que luego de someterlas por 8 días a 43°C y 100 por ciento de H.R. la capacidad de germinación fluctuó de 3 a 83 por ciento. Asimismo al evaluar el potencial de pruebas de vigor en lotes de semilla de trigo Jara (1993) encontró que la prueba de envejecimiento acelerado (48 hrs) fue la que mejor detectó correlación con emergencia en campo.

Deterioro Controlado

El deterioro controlado, es asimismo una prueba de vigor ampliamente estudiada y con muy buen potencial para predecir emergencia, Powell y Matthews (1981) encontraron que esta prueba puede ser utilizada como una prueba de rutina para evaluar vigor, ya que el ensayar en semillas de hortalizas como las Brassicas en esta prueba, los lotes mostraron un amplio rango de germinación después de haberlas sometido a deterioro con elevado contenido de humedad y 24 hrs a alta temperatura.

Esta prueba ha sido utilizada en semillas pequeñas como las de hortalizas y ornamentales y con un mejor control del contenido de humedad de las semillas durante el

período de estrés. Para condiciones de campo esta prueba proporcionó el mejor índice de emergencia en comparación con la germinación de laboratorio (Powell y Matthews, 1981).

La prueba sigue el mismo principio del envejecimiento acelerado, la diferencia es que esta controla de mejor manera el contenido de humedad de las semillas. En la prueba de envejecimiento acelerado las semillas ganan humedad durante el período de deterioro y se observan diferencias en su contenido entre lotes de la misma especie debido a diversos factores, como humedad inicial, tamaño y peso de semilla. En cambio, en la prueba de deterioro controlado el contenido de humedad se ajusta al mismo nivel para todos los lotes antes de someterlos al período de deterioro. Esto permite evaluar entre sí los lotes de semilla de una misma especie (Matthews y Powell, 1981).

Hagima, et al (1987) para esta prueba utilizaron condiciones de 45°C por 3 días y llevaron los contenidos de humedad de las semillas de trigo al 26 por ciento, ellos encontraron que todos los lotes expresaron altos porcentajes de germinación por lo que los calificaron como resistentes al deterioro controlado.

Igualmente Naylor y Gurmu (1990) en 7 lotes de un cultivar de trigo de invierno de similar germinación luego de evaluarlos con humedades de 18 y 22 por ciento a 40 y 45°C y diferentes tiempos encontraron que diferían en vigor expresado por las diferencias en germinación después de la prueba. En general las semillas luego de deterioro

resultaron con reducida radícula, emergencia de coleóptilo y crecimiento comparados con semillas no sometidas al estrés, sobre todo lotes de mas bajo vigor que presentaron menor radícula y emergencia de coleóptilo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Ensayo de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en Buenavista , Saltillo, Coahuila, México. Que cuenta con algunas facilidades para realizar pruebas de vigor, como cámara de envejecimiento acelerado, baño María, cámara de germinación, cámara fría y horno de secado, estufas, balanza analítica y sellador de calor.

La siembra en campo se hizo en el mes de julio de 1995, en un suelo arcillo-arenoso en el poblado los LLanitos, municipio de Jaral del Progreso, a 50 Km. aproximadamente de Celaya Gto, México, con una temperatura máxima media mensual de 27.3 °C y una temperatura mínima mensual de 12.4°C, además con una media de precipitación de 36.4 mm.

Material Genético

Para llevar a cabo el estudio se utilizó semilla de 2 especies de hortalizas como son Jitomate y Chile, de cada especie se utilizaron 5 lotes, de diferente variedad. En el Cuadro 3.1 se muestra la relación de los materiales usados. Las muestras de semilla fueron de empresas semilleras de lotes que reunían las normas de calidad para venta. Siendo disponibles a la venta y que fueron muestreados de acuerdo a la ISTA (1985) teniendo además diferente ciclo de producción.

Cuadro 3.1.- Relación de material utilizado de las dos especies en estudio, variedad y ciclo de producción.

| Tomate | | Chile | |
|------------|-------|---------------|-------|
| Variedad | Ciclo | Variedad | Ciclo |
| Floradade | 1994 | Altamira | 1989 |
| Missouri | 1994 | Panuco | 1988 |
| Río Grande | 1992 | Tampiqueño 74 | 1992 |
| Roma VF | 1994 | Papaloapan | 1989 |
| V-C-82-C | 1994 | Jarocho | 1992 |

Pruebas de Calidad

Experimento 1

Germinación Estándar

Para determinar la capacidad de germinación se realizó la prueba estándar de acuerdo a lo recomendado por ISTA (1985). Para ello se utilizaron tres repeticiones de 100 semillas previamente desinfectadas con fungicida, las que se sembraron entre toallas de papel secante húmedo que se enrollaron en forma de taco sujetos con ligas en las extremidades y dentro de bolsas de polietileno, se colocaron en una cámara de germinación de alta capacidad a una temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad. Las condiciones de humedad y temperatura fueron las mismas para todo el período de la prueba. Al séptimo día se realizó un primer conteo tanto para jitomate como para chile, en el cual se anotaron las plántulas normales eliminándolas de la prueba, al día catorce se realizó el conteo final de germinación donde se anotaron plántulas normales, anormales y semillas sin germinar. El porcentaje de germinación se obtuvo del promedio de las repeticiones para plántulas normales. La prueba se repitió 3 veces dentro del mismo laboratorio para evaluar la repetibilidad de resultados.

Emergencia en invernadero

Índice de velocidad de emergencia Para determinar la emergencia en invernadero, se realizó una siembra en camas de concreto con una mezcla de suelo normal y materia orgánica.

La siembra se llevó a cabo en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones de 100 semillas por lote, en surcos de 1 m de largo separados a 10 cm. La humedad del suelo inicialmente fue a capacidad de campo; y durante la prueba se dieron riegos diarios con una regadera manual, La semilla se depositó a una profundidad de 2.5 a 3.0 cm, las temperaturas oscilantes dentro del invernadero fueron de 32°C por el día y 25°C por la noche.

Se realizaron conteos diarios a partir del sexto día para jitomate y del octavo día para chile después de la siembra, los conteos se llevaron a cabo teniendo en cuenta la emergencia de plántulas desde simple aparición en la superficie de los cotiledones, contándose cada una de las repeticiones por cada lote a la misma hora en que se realizó el primer conteo., esto se realizó diariamente hasta que se alcanzó la máxima emergencia, el conteo final de la prueba para jitomate fué a los 12 días y para chile a los 19 días después de la siembra, tomándose solamente plántulas normales que emergieron y tuvieron un desarrollo normal, es decir aquellas que presentaron un desarrollo adecuado de las hojas y

emergencia (IVE), mediante la siguiente fórmula propuesta por Maguire (1962):

$$\text{I.V.E} = \frac{\sum \text{N}^\circ \text{ de plántulas normales}}{\text{día del primer conteo}} + \dots + \frac{\text{N}^\circ \text{ plántulas normales}}{\text{día del conteo final}}$$

Emergencia total .- Esta correspondió al total las plántulas emergidas durante el desarrollo de la prueba, el conteo final para jitomate se hizo a los 12 días y para chile a los 19 días, tomándose en cuenta cuando se alcanzó la máxima emergencia, y se estabilizó encontrándose 3 días consecutivos el mismo porcentaje de emergencia para cada lote y para cada repetición y así obteniéndose valores de emergencia total.

Emergencia en campo

Emergencia total .- Para determinar la relación de las pruebas con emergencia en campo se estableció un ensayo de emergencia en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones de 100 semillas, en un terreno con humedad a capacidad de campo sembrándose las semillas a una profundidad de 3 cm en surcos de 1 m a una distancia entre surco de 10 cm, durante la prueba se dieron riegos diarios. La temperatura osciló entre los 27.3 °C por el día y 12.4°C por la noche.

En este ensayo la emergencia se determinó a los 14 días para jitomate y 18 días para chile, considerándose solo plántulas que emergieron y se establecieron de manera

normal, y con aquellas estructuras esenciales, bien desarrolladas y sanas, así como un crecimiento adecuado y balanceado, los resultados se expresaron en porcentaje de emergencia en campo.

Experimento 2

Envejecimiento Acelerado

Para el envejecimiento acelerado se estudiaron 4 tiempos de envejecimiento que fueron 24, 48, 72 y 96 horas.

Esta prueba se efectuó de acuerdo a la metodología propuesta por AOSA (1983) donde la semilla se sometió a temperaturas de 42°C y humedad relativa mayor de 90 por ciento, condiciones que se mantuvieron en una cámara de envejecimiento. Como cámara interna se utilizaron vasos de precipitado graduados de 250 ml a los que se agregó 50 ml de agua destilada, con una malla metálica dentro y una base de igual material como soporte, donde se colocaron 200 semillas por cada lote y cada especie distribuidas uniformemente. Después se taparon los vasos con papel aluminio delgado doblado en cuatro partes y se sellaron con ligas. Estos se colocaron en la cámara de envejecimiento a 42°C ± 0.5 por los períodos en estudio.

Para cada tiempo de envejecimiento se realizó la prueba de germinación estándar

bajo la metodología descrita anteriormente, realizándose solamente un conteo hasta el final de la prueba, a los catorce días para ambas especies. En este se anotaron las plántulas normales, las que se reportaron como porcentaje de germinación después de envejecimiento y se anotaron además las plántulas anormales y las semillas muertas. La prueba se repitió 3 veces dentro del laboratorio para evaluar la repetibilidad de los resultados.

Experimento 3

Deterioro Controlado

Contenido de humedad .- Previo al deterioro controlado se realizó la determinación del contenido de humedad de la semilla para todos los lotes en estudio y se determinó utilizando el método directo de secado en estufa (ISTA, 1985) que consiste en secar un peso determinado de semilla a 103°C por 17 horas, para después por diferencia de peso obtener el contenido de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$\text{C.H. (\%)} = \frac{\text{Peso de semilla húmeda} - \text{Peso de semilla seca}}{\text{Peso de semilla húmeda}} \times 100$$

La determinación de humedad se hizo en cajas de aluminio pequeñas las cuales se secaron por períodos de 3 horas en una estufa a 130°C, luego se dejaron enfriar en un desecador por un tiempo de 15 a 20 minutos, se pesaron en una balanza analítica de precisión, enseguida se pesó la semilla junto con la caja de aluminio y se colocó en la

estufa a 103°C por 17 horas, transcurrido el período se sacaron y se dejaron enfriar en el desecador para luego pesarse y sacar el contenido de humedad mediante la fórmula anterior.

En esta prueba de vigor (deterioro controlado) se estudiaron 3 tiempos de estrés que fueron 24, 48 y 72 horas. La prueba consistió en someter las semillas al período de deterioro de acuerdo a Powell y Matthews (1981), después de llevar el contenido de humedad de cada uno de los lotes a un 20 por ciento mediante adición de la cantidad de agua requerida por las semillas mediante la siguiente fórmula :

$$\text{ml de agua requeridos} = \frac{100 - \text{C.H. inicial de la semilla}}{100 - \text{C.H. requerido por la semilla}} \times \text{Peso de semilla (g)}$$

La semilla ajustada a la humedad requerida (20 por ciento) se colocó inmediatamente en bolsas de polietileno doble de 6x8 cm, las que se sellaron con calor, y se colocaron en un refrigerador a 10°C de temperatura durante 15 horas para uniformizar y estabilizar la humedad de las semillas (Perry, 1981), posteriormente las semillas en sus bolsas fueron sometidas a 42°C de temperatura por los tiempos de estudio, sumergidas en agua en baño maría, a la temperatura prescrita. Después del período de deterioro correspondiente, se realizó la prueba de germinación estándar bajo la metodología ya descrita evaluándose plántulas normales en un solo conteo final a los 14 días. Este por ciento de germinación después del deterioro controlado correspondió al indicador de vigor. La prueba se repitió 3 veces para evaluar la repetibilidad de los resultados.

Experimento 4

Otras Pruebas

Primer Conteo de Germinación .- Esta evaluación se llevó a cabo incorporada en la prueba de germinación estándar, en la que se siguió la metodología de la ISTA 1985, y que se describió previamente. La evaluación del primer conteo de germinación se realizó al séptimo día después de la siembra, en el cual se contaron las plántulas normales las que se eliminaron de la prueba, estas fueron aquellas que reunieron las características morfológicas para manifestar una plántula normal, es decir que tenían un buen desarrollo de radícula, hipocotilo buen desarrollo de cotiledones y mostraron además una velocidad y uniformidad en general en su desarrollo. Los resultados se expresaron en por ciento de plántulas normales al primer conteo de germinación.

Clasificación de Plántulas .- Esta prueba se realizó mediante la prueba estándar de germinación modificada, para ello se usaron 3 repeticiones de 100 semillas por lote, con la variación de usar 3 toallas húmedas que se colocaron 2 abajo y una para cubrir la semilla. Las semillas entre el papel húmedo enrolladas se colocaron en bolsas de polietileno para evitar la pérdida de humedad, durante todo el período de la prueba. Inseguida se introdujeron a una cámara de germinación con luz a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y a los 7 días se tomó el primer conteo para ambas especies anotándose plántulas normales que se

clasificaron como fuertes. A los 14 días se hizo el conteo final, en el cual se evaluaron las plántulas normales las que se dividieron en normales fuertes y normales débiles, siendo estas últimas aquellas con todas sus estructuras esenciales, pero con menor desarrollo, o manifestación de retardo o debilidad. Reportándose el por ciento de plántulas normales fuertes de ambos conteos como indicador del vigor de la semilla. La prueba se repitió 3 veces dentro del laboratorio para evaluar la repetibilidad de resultados.

Tasa de Crecimiento de Plántulas (Peso Seco).- Bajo el procedimiento de la prueba de germinación estándar, para esta prueba se sembraron 2 repeticiones de 100 semillas en 3 toallas de papel húmedo que se colocaron 2 abajo y una para cubrir las semillas, éstas se colocaron orientando el embrión de tal forma de permitir el desarrollo normal de la radícula hacia abajo, y colocando 50 semillas en línea a una distancia de 6.5 cm de la parte superior y las otras 50 semilla a una distancia de 13 cm colocadas igualmente. Después de cubrir se enrollaron en forma de tacos, sujetando las extremidades con ligas, estos se guardaron en bolsas de polietileno para evitar la pérdida de humedad y se colocaron en cámara de germinación a 25°C sin luz durante 14 días. Al final de este período se realizó el conteo tomándose solamente plántulas normales las que se colocaron en toallas de papel y dejaron por 24 horas al medio ambiente, posteriormente se secaron a 80°C por 24 horas y después de enfriarse en un desecador se pesaron en una balanza analítica de precisión. Los resultados se expresaron en peso seco por plántulas en mg que se obtuvieron dividiendo el peso seco de plántulas normales, entre el número de plántulas incluidas y multiplicando por 1000. Considerándose como

lotes de alto vigor los que dieron índices de peso seco por plántula mas altos y mayor número de plántulas normales, de acuerdo a AOSA (1983).

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis estadístico en forma individual, con el fin de observar la separación de los lotes de semilla, cuando se obtuvieron valores de cero se ajustaron a valores de 0.5 para todas las pruebas. Los datos obtenidos en porcentaje se transformaron primeramente mediante la fórmula:

$$\text{Arc sen } \sqrt{x} \quad (\text{Steel y Torrie, 1986})$$

El ensayo de envejecimiento acelerado y deterioro controlado se analizó mediante un diseño factorial completamente al azar con 3 repeticiones, las otras pruebas se analizaron mediante un diseño completamente al azar con las repeticiones correspondientes, la comparación de medias de los lotes que presentaron significancia se realizaron mediante la prueba de Tukey al nivel de significancia mas alto. Y el modelo estadístico para un diseño factorial es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable en estudio

μ = Media general

α_i = Efecto de lotes

β_j = Efecto de tiempos

$\alpha\beta_{ij}$ = Interacción de lotes y tiempos

$$\begin{aligned} \xi_{ijk} &= \text{Error experimental} \\ i &= 1, 2, 3, 4, 5 \text{ Lotes} \\ j &= 1, 2, 3, 4 \text{ tiempos} \\ k &= 1, 2, 3 \text{ r} \end{aligned}$$

Mientras que el modelo estadístico para el diseño completamente al azar fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \xi_{ij}$$

Donde:

$$\begin{aligned} Y_{ij} &= \text{Variable en estudio} \\ \mu &= \text{Media general} \\ \beta_i &= \text{Efecto de lotes de semilla} \\ \xi_{ij} &= \text{Error experimental} \\ i &= 1, 2, 3, 4, 5 \text{ Lotes} \\ j &= 1, 2, 3 \text{ r} \end{aligned}$$

Además se realizó un análisis de correlación entre todas las pruebas de laboratorio y la emergencia en campo, para determinar la prueba de laboratorio con mayor correlación con la emergencia en campo y de esta manera con mejor potencial de estimar emergencia en campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas Individuales

De acuerdo a los objetivos de la presente investigación los resultados obtenidos son expuestos y discutidos en un análisis individual para cada una de las pruebas de vigor utilizadas y para cada especie y sus cinco lotes evaluados.

Considerando la variabilidad en calidad de los diferentes lotes en estudio, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias (Tukey), además un análisis de correlación entre las pruebas de laboratorio y la emergencia en campo. Todo esto con el fin de observar las diferencias de vigor existentes entre y dentro de lotes y tiempos utilizados, y con ello obtener un criterio que considere el grado de sensibilidad de las pruebas, en la medición de vigor para especies como jitomate y chile.

Experimento 1 en Jitomate

Germinación estándar

En el Cuadro 4.1., se observan los cuadrados medios para germinación estándar (G.E), los cuales resultaron altamente significativos por efecto de lotes, esto se

debe la variabilidad en cuanto a calidad mostrada por estos. En cuanto al coeficiente de variación (3.04 por ciento) obtenido para esta variable se considera dentro del valor límite estipulado para las condiciones en que fue realizada la evaluación.

Cuadro 4.1.- Cuadrados medios y significancia de la variable de respuesta Germinación Estándar en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|---------|------|----------|
| Lotes | 4 | 82.83 ** |
| Error | 10 | 4.53 |
| C.V.(%) | | 3.04 |

** Altamente significativos

La comparación de medias de lotes para germinación estándar se muestra en el (Cuadro 4.2), aquí se observa que hay diferencias entre lotes, estos fueron agrupados en 4 grupos, siendo el de calidad mas alta los que presentaron germinación superior a 89 por ciento, teniéndose un grupo intermedio de 87-89 por ciento y existiendo un lote mas con germinación baja (78 por ciento). Por lo tanto se establece que desde la germinación los lotes presentaron diferencias en cuanto a capacidad de germinación, y era de esperarse que habría diferencias en cuanto a vigor de la semilla, no solo entre los grupos de lotes sino dentro de grupos de germinación estadísticamente igual.

Cuadro 4.2.- Comparación de medias para la variable de respuesta germinación estándar en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| Lotes | Medias |
|-------|--------|
| 2 | 94 a |
| 3 | 92 ab |
| 1 | 89 abc |
| 5 | 87 c |
| 4 | 78 d |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente Tukey $P \leq 0.05$

Emergencia en Invernadero

Índice de Velocidad de Emergencia.- Los cuadrados medios de velocidad de emergencia en invernadero (I.V.E.I) así como la emergencia total en invernadero (E.T.I) se muestran en el (Cuadro 4.3) donde se observa que hay diferencia altamente significativa la cual se debe a la calidad inicial de los lotes, así como se demostró en el ensayo de germinación estándar, se observó que a medida que avanzaban los días de evaluación disminuyeron las plántulas emergidas.

En cuanto al coeficiente de variación (C.V. 3.54 por ciento) es bajo, lo que demuestra que hay variación en la calidad de los lotes y además los datos evaluados son confiables, esto corrobora con resultados obtenidos por Sánchez (1994) en la misma prueba y para esta misma especie, así como lo encontrado por Frías (1994) en semilla de tomate de cáscara.

Cuadro 4.3.- Cuadrados medios y significancia de la variable de respuesta Índice de velocidad de emergencia en invernadero (I.V.E.I.), Emergencia total en invernadero (E.T.I.) en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | I.V.E.I. | E.T.I. |
|---------|------|----------|---------|
| Lotes | 4 | 18.77 ** | 84.41** |
| Error | 15 | 0.17 | 11.19 |
| C.V.(%) | | 3.54 | 4.59 |

** Altamente significativos

En relación a la comparación de medias de los lotes como se muestra en el (Cuadro 4.4), claramente se observa que hay diferencia entre ellos, y como se observó en la germinación estándar, los lotes dos y tres fueron los mejores con un índice de 13.63 y 13.38 respectivamente, igualmente el lote de mas bajo índice lo muestra el lote cuatro al igual que para la capacidad de germinación, esto se debe al diferente ciclo de producción así como a la variedad empleada. Por lo cual se demuestra que la velocidad de emergencia es muy importante para poder establecer adecuadamente un cultivo en campo, y puede ser utilizada confiablemente como indicativo de vigor en semilla de tomate, también depende de las condiciones del invernadero en que fue realizada la evaluación, como menciona Steiner et al (1990) que a medida que tengamos mayor índice de emergencia será mayor la emergencia en campo.

Respecto a los valores de emergencia total en invernadero podemos ver solo 3 grupos, con la misma tendencia que la capacidad de germinación, siendo sin embargo

ligeramente más altos los valores de emergencia posiblemente debido al criterio más estricto en clasificación de plántulas en la prueba estándar, no así en la evaluación de emergencia donde se tomó plántulas establecidas.

Cuadro 4.4.- Comparación de medias para las variables de respuesta Índice de Velocidad de Emergencia en Invernadero (I.V.E.I.), Emergencia Total en Invernadero (E.T.I) en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| Lotes | I.V.E.I. | Lotes | E.T.I. |
|-------|----------|-------|--------|
| 2 | 13.63 a | 5 | 96 a |
| 3 | 13.38 a | 3 | 94 a |
| 5 | 11.99 b | 2 | 94 ab |
| 1 | 11.16 b | 1 | 89 bc |
| 4 | 8.26 c | 4 | 84 c |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente Tukey $P \leq 0.05$

Emergencia en Campo

En el Cuadro 4.5., se presentan los cuadrados medios para emergencia en campo. en este se observan diferencias altamente significativas para lotes, lo que significa que hay diferencias de vigor entre ellos, es decir el potencial que tienen para emerger en campo es diferente entre lotes. En cuanto al coeficiente de variación se considera aceptable bajo las condiciones en que se realizó la evaluación.

Cuadro 4.5.- Cuadrados medios y significancia de la variable de respuesta Emergencia en Campo (E.C) en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|---------|------|----------|
| Lotes | 4 | 200.94** |
| Error | 15 | 9.89 |
| C.V.(%) | 6.84 | |

** Altamente significativos

En relación a las diferencias de medias (Cuadro 4.6), que mostraron los lotes, estas fueron separadas también en 3 grupos, pero incluyendo los grupos en lotes diferentes, lo que demuestra que no siempre un lote de alta germinación tiene alto vigor (lote 2) que tiene la mas alta germinación, y similarmente el lote de mas baja germinación 78 por ciento (lote 4) tuvo la emergencia en campo mas baja (31 por ciento). El nivel de vigor mostrado en está evaluación fue de medio a bajo, para la región y época en que se evaluó la emergencia, por lo que puede diferir en otras regiones y épocas, debido a condiciones diferentes, ya que pueden ser por ejemplo donde se evalúa y reproduce la semilla y donde esta se siembra.

El nivel de vigor mostrado en campo difiere mucho en cuanto a la germinación mostrada en laboratorio, se puede decir que teniendo alta germinación (lote dos, 94 por ciento), pero con vigor bajo con 45 por ciento, esto demuestra que teniendo una buena germinación no necesariamente se tendrá una buena emergencia en campo debido a que su vigor es bajo.

Cuadro 4.6.- Comparación de medias para la variable de respuesta Emergencia en Campo en lotes de semillas de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| Lotes | Medias |
|-------|--------|
| 3 | 65 a |
| 1 | 64 a |
| 5 | 48 b |
| 2 | 45 bc |
| 4 | 37 c |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente iguales Tukey $P \leq 0.05$

Experimento 2 en Jitomate

Envejecimiento Acelerado

En relación a los cuadrados medios para la prueba de envejecimiento acelerado que se muestran en el (Cuadro 4.7) para los tiempos empleados en la prueba , 24, 48, 72 y 96 horas, así como para los lotes y la interacción entre ambos. Los valores son altamente significativos tanto para tiempos, lotes y para la interacción tiempos por lotes. Esto quiere decir que la significancia para lotes se debe a la calidad inicial de estos, debido a que presentaban porcentajes de germinación similares, pero en la emergencia de campo se pudo observar la diferencia de vigor, lo cual se corrobora al someterlas a un período de estrés. La significancia entre tiempos se debe a que al mantener la semilla a mayor tiempo de exposición a altas temperaturas y humedades, el estrés es mayor y la reducción de vigor mas alta. La interacción nos muestra que el tiempo tiene influencia en

la calidad de la semilla principalmente en vigor, y se puede establecer que el tiempo permite expresar el vigor que la semilla tiene en relación a potencial de emergencia.

En cuanto al coeficiente de variación (C.V. 4.64 por ciento) se encuentra dentro del límite aceptable para las condiciones en que se realizó la prueba.

Cuadro 4.7.- Cuadrados medios y significancia para la variable Germinación después de tiempos de Envejecimiento Acelerado (24, 48, 72 y 96 horas) en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|-----------------|------|------------|
| Tiempos | 3 | 752.91 ** |
| Lotes | 4 | 3396.66 ** |
| Tiempos x Lotes | 12 | 142.26 ** |
| Error | 40 | 4.61 |
| C.V. (%) | | 4.64 |

** Altamente significativos

En el Cuadro 4.8, se observan las diferencias entre medias de tiempos y lotes para germinación después de envejecimiento y podemos analizar que la sensibilidad para evaluar vigor mediante esta prueba puede ser en menor tiempo que el empleado debido a que algunos lotes presentan valores más bajos en los tiempos mayores de exposición a estrés, esto implica la efectividad de la prueba para la evaluación de vigor. De tal manera que los mejores tiempos fueron 24, 48 y 72 horas, similar a lo encontrado por Sánchez (1994) en semilla de Jitomate.

En el tiempo de envejecimiento de 24 horas el lote tres fue el que presentó mejor

vigor, mostrando valores similares estadísticamente a los que mostró la prueba de germinación estándar, emergencia en campo, así como a la clasificación de plántulas, mientras que en el tiempo de 48 horas los lotes que mejor se comportaron fueron el dos y uno con una media de 71 y 67 por ciento respectivamente y el que presentó el mas bajo valor fue el lote cuatro como en las otras pruebas de vigor con una media de 15 por ciento. En lo que se refiere al tiempo de 72 horas solamente el lote de mas baja germinación siguió siendo el lote cuatro con 1 por ciento de germinación después de envejecimiento acelerado. En relación al tiempo de 96 horas la germinación después de envejecimiento fue mucho más baja para todos los lotes que en los demás tiempos de exposición, como lo menciona Huber y Mc Donald (1982) al comparar material con alto, medio y bajo vigor, encontraron que el envejecimiento disminuye la germinación en todos los niveles siendo mayor su efecto en aquellos materiales con medio y bajo vigor.

Por lo anterior podemos establecer que a medida que fueron aumentando los tiempos de exposición de la semilla se reducen las diferencias entre lotes en cuanto a vigor.

Cuadro 4.8.- Comparación de medias para la variable de respuesta germinación después de tiempos de Envejecimiento Acelerado (24, 48, 72 y 96 horas) en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| Lotes | 24 h | 48h | 72h | 96h | Tiempos |
|-------|------|------|------|------|---------|
| 1 | 76 a | 67 a | 67 a | 57 a | 24 a |
| 2 | 77 b | 71 a | 70 a | 60 a | 48 a |
| 3 | 83 a | 59 b | 69 a | 47 b | 72 a |
| 4 | 37 d | 15 d | 1 b | 0 c | 96 b |
| 5 | 64 c | 47 c | 63 a | 56 b | |

Medias con literales iguales son estadísticamente iguales Tukey $P \leq 0.05$

Experimento 3 en Jitomate

Deterioro Controlado

En el Cuadro 4.9, se observan los valores de cuadrados medios y comparación de medias para deterioro controlado en sus tres tiempos (24, 48 y 72 horas) de exposición, detectándose diferencias altamente significativas para tiempos, lotes, no así para la interacción entre ambos, en relación al coeficiente de variación (C.V. 6.34 por ciento) se observa que está dentro de límite aceptable.

Cuadro 4.9.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta de Germinación después de tiempos de Deterioro Controlado en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|-----------------|------|-----------|
| Tiempos | 2 | 126.79 ** |
| Lotes | 4 | 694.54 ** |
| Tiempos x Lotes | 8 | 5.69 NS |
| Error | 30 | 15.72 |
| C.V. (%) | | 6.34 |

** Altamente significativa

NS No significativos

Esto significa que los tiempos de exposición afectan la calidad de los lotes y a medida que se tiene mayor tiempo de estrés la germinación se ve reducida mayormente mientras que los lotes muestran la variación que se tiene de vigor entre ellos.

En el Cuadro 4.10, se observan las medias de germinación para los tiempos de exposición, así como la diferencia de calidad entre lotes. Se puede establecer que hay poca diferencia entre tiempos, resultando mejores los de 24 y 48 horas con una media de 83 y 79 por ciento de germinación respectivamente, mientras que en la comparación de lotes se puede observar que el lote dos resultó en un 91 y 87 por ciento para ambos tiempos, este lote fue el que presentó mayor consistencia en valores de germinación después de deterioro controlado, comparándose con la germinación estándar donde el mismo lote dos es el que alcanzó mayor germinación, pero también se puede ver la diferencia en cuanto al resultado en envejecimiento acelerado que es mas estresante, ya que en 24 horas obtuvo una media de 68 por ciento de germinación, mientras que en el deterioro fue de 83 por ciento. Esto implica que la prueba de envejecimiento acelerado es mas estresante que el deterioro controlado, debido a que la semilla se encuentra expuesta directamente a la alta humedad y alta temperatura, mientras que en el deterioro ya se tuvo controlada la humedad y no afecta tanto como la absorción directa en el envejecimiento.

Cuadro 4.10.- Comparación de medias para la variable de respuesta Germinación después de tiempos (24, 48 y 72 horas) de Deterioro Controlado en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| Lotes | 24 h | 48 h | 72 h | Tiempos hrs |
|-------|--------|--------|--------|-------------|
| 1 | 85 a | 83 a b | 78 a b | 24 a |
| 2 | 91 a | 87 a | 87 a | 48 a b |
| 3 | 88 a b | 86 a b | 85 a | 72 b |
| 4 | 64 d | 55 c | 49 c | |
| 5 | 81 c | 76 b | 69 b | |

Medias con literales iguales son estadísticamente iguales Tukey $P \leq 0.05$

Experimento 4 en Jitomate

Otras Pruebas

Primer Conteo de Germinación

Con respecto al primer conteo de germinación se puede observar (Cuadro 4.11), los cuadrados medios de esta prueba observándose diferencia altamente significativa entre lotes, lo cual es una manifestación de diferencia de vigor entre ellos. El coeficiente de variación (C.V. 19.37 por ciento) es muy alto debido a la variación entre los valores de lotes y lógicamente es debido a la diferencia de calidad.

Cuadro 4.11.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta Primer Conteo de Germinación en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|---------|------|------------|
| Lotes | 4 | 1248.81 ** |
| Error | 15 | 41.26 |
| C.V.(%) | | 19.37 |

** Altamente significativos

En cuanto a la comparación de medias mostradas en el (Cuadro 4.12), se observa que la diferencia de calidad entre lotes es el principal factor que se muestra para determinar la velocidad con que se presenta la germinación, tales como se menciona en AOSA (1983), que en lotes de semillas con idénticos o similares porcentajes de germinación total pueden variar en su velocidad de germinación y crecimiento, mientras que Delouche y Baskin (1976), mencionan que la pérdida de germinación es la consecuencia final de la deterioración de la semilla producto de los numerosos cambios en los procesos bioquímicos y fisiológicos.

El primer conteo al indicar velocidad de germinación es una forma de obtener mas rápidamente una aproximación del vigor, y como se observa en la comparación de medias se mostró que los lotes tienen un vigor de medio a bajo, lo cual en la germinación total no se ve reflejado. Estos resultados son comparables con los que encontró Sánchez (1994) para semilla de tomate, pero no así con los resultados obtenidos por Cobaquil (1991) y

Jara (1993) quienes no encontraron significancia alguna para maíz y trigo respectivamente.

Se puede establecer que las semillas de hortalizas tienden a perder mas rápidamente el vigor y viabilidad y depende de las condiciones ambientales y de almacenamiento en que se mantengan.

Se puede decir que para primer conteo, la sensibilidad de esta prueba es mejor que la de germinación estándar, se observa que hay diferencia de valores que la de germinación. Esto quiere decir que el vigor de semilla de tomate puede ser detectado por esta prueba, y nuevamente se presentaron 4 grupos de calidad, similar a lo observado para germinación estándar y siendo la misma tendencia de calidad y al igual que para otras variables como índice de velocidad de emergencia en invernadero y emergencia total en invernadero.

Cuadro 4.12.- Comparación de medias para la variable de respuesta Primer Conteo de germinación en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| Lotes | Medias |
|-------|--------|
| 2 | 63 a |
| 3 | 57 a b |
| 1 | 41 b |
| 5 | 40 c |
| 4 | 1 d |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente Tukey $P \leq 0.05$

Clasificación de Plántulas

Otro indicador de vigor es la clasificación de plántulas que al separarse en fuertes y débiles de las plántulas normales, nos indica el potencial del lote en cuanto a capacidad para establecer un cierto número de plántulas en campo. En el Cuadro 4.13 se muestran los cuadrados medios para este indicador de vigor, aquí se observa que no hay significancia entre lotes, el coeficiente de variación (C.V.11.28 por ciento) se mostró alto debido a que no hubo diferencias de valores entre lotes. No obstante se observan diferencias numéricas entre los valores de esta variable, y por ello se realizó una comparación de medias para ver la desviación que hay entre lotes.

Cuadro 4.13.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta Clasificación de Plántulas en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|---------|------|-----------|
| Lotes | 4 | 177.76 NS |
| Error | 10 | 50.36 |
| C.V.(%) | | 11.28 |

NS No significativo

En el cuadro 4.14., se puede observar la separación entre lotes, por lo cual se establece, que la diferencia entre ellos bajo condiciones controladas no son significativas, pero en comparación a la prueba de germinación estándar si disminuyó el pro ciento, debido a la forma de clasificar a las plántulas que al clasificarse en débiles y fuertes, algunas normales quedarón en la categoría de débiles, siendo estas aquellas que presentarón todas sus estructuras esenciales, pero con menor desarrollo o manifestación

de retardo o debilidad, aunque el lote dos continuó siendo el mejor y el lote cuatro siguió siendo el de menor por ciento, la prueba separó los lotes en dos grupos, teniéndose vigor de medio a alto.

Cuadro 4.14.- Comparación de medias para la variable de respuesta Clasificación de Plántulas en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| Lotes | Medias |
|-------|--------|
| 2 | 88 a |
| 3 | 86 a |
| 4 | 68 b |
| 1 | 79 a |
| 5 | 79 a |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente Tukey $P \leq 0.05$

Tasa de Crecimiento de plántulas (Peso Seco)

Con respecto al peso seco de plántula en el (Cuadro 4.15), se observan los cuadrados medios en los cuales no hay diferencia significativa entre lotes, por lo cual se establece que los cinco lotes mostraron igual capacidad de producir cierta cantidad de biomasa y que no hay diferencia entre ellos.

Cuadro 4.15.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta Tasa de Crecimiento de Plántulas (peso seco) en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|---------|------|-----------|
| Lotes | 4 | 0.0205 NS |
| Error | 10 | 0.0047 |
| C.V.(%) | | 4.24 |

NS No hay significancia

En el Cuadro 4.16., se muestra la comparación de medias, en la cual se observa que estadísticamente son iguales los lotes para esta prueba, por lo cual no hay superioridad, ni inferioridad entre lotes, el lote tres fue el mejor y muestra un peso de 1.7220 mg/plántula, mientras que el peor lote fue el cinco con un peso de 1.5077 mg/plántula, estos resultados son contrarios a los obtenidos por Sánchez (1994) quien encontró significancia para el peso seco.

Cuadro 4.16.- Comparación de medias para la variable de respuesta Tasa de Crecimiento de Plántulas (peso seco) en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| Lotes | Medias |
|-------|----------|
| 3 | 1.7220 a |
| 1 | 1.6930 a |
| 2 | 1.6513 a |
| 4 | 1.6113 a |
| 5 | 1.5097 a |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente Tukey $P \leq 0.05$

Experimento 1 en Chile

Germinación estándar

De acuerdo al análisis de varianza en el (Cuadro 4.17), se muestran los cuadrados medios para germinación estándar (G.E), los cuales resultaron altamente significativos por efecto de lotes, esta significancia se debe a la variabilidad de la calidad mostrada por estos. En relación al coeficiente de variación (C.V. 3.92 por ciento) se encuentra dentro del límite aceptable para un cultivo completamente al azar.

Cuadro 4.17.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta Germinación estándar en lotes de semilla de chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1994

| F.V. | g.l. | C.M. |
|----------|------|----------|
| Lotes | 4 | 105.36** |
| Error | 10 | 5.94 |
| C.V. (%) | | 3.92 |

** Altamente significativos

En el Cuadro 4.18, se muestran las medias de lotes para germinación estándar, en el cual se observa que hay significancia entre lotes los que presentaron germinación en el rango de 65 a 85 por ciento. Por lo que se establece que los lotes son diferentes. Y es de esperarse encontrar diferencias de vigor en la semilla, desde su germinación, los lotes con germinación baja tendrán probablemente bajo vigor.

Cuadro 4.18.- Comparación de medias para la variable de respuesta Germinación Estándar en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| Lotes | Medias |
|-------|--------|
| 5 | 88 a |
| 4 | 80 b |
| 1 | 78 b |
| 2 | 76 b |
| 3 | 65 c |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente Tukey $P \leq 0.05$

Emergencia en Invernadero

Índice de Velocidad de Emergencia.- Los cuadrados medios de velocidad de emergencia en invernadero (I.V.E.I.) así como la emergencia total en invernadero (E.T.I) se muestran en el (Cuadro 4.19), donde se observa que hay diferencia altamente significativa entre lotes, lo que se debió a la calidad inicial del lote, cabe mencionar que el cultivo de Chile se lleva más tiempo en germinar y emerger en comparación con el Jitomate. En cuanto al coeficiente de variación (C.V. 7.48 por ciento) se encuentra dentro del límite para una prueba de laboratorio, para el índice de emergencia, así como también para la emergencia total el coeficiente de variación (C.V. 6.54 por ciento) se considera aceptable dentro del límite de la evaluación.

Cuadro 4.19.- Cuadrados medios y significancia de la variable de respuesta Índice de velocidad de emergencia en invernadero (I.V.E.I) y emergencia total e invernadero (E.T.I) en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum* UAAAN 1995).

| F.V. | g.l. | I.V.E.I | E.T.I |
|----------|------|---------|-----------|
| Lotes | 4 | 11.76** | 336.27 ** |
| Error | 10 | 0.26 | 17.86 |
| C.V. (%) | | 7.48 | 6.54 |

** Altamente significativos

En relación a la comparación de medias de los lotes, se muestran en el (Cuadro 4.20), claramente se observa que hay diferencia tanto para la velocidad de emergencia y para la emergencia total, así como lo mostró la germinación estándar. La diferencia entre lotes fué debida a los diferentes ciclos de producción, mostrándose mejor los lotes cinco y cuatro con una media 8.78 y 8.05, lo que demuestra que tiene mayor vigor que el lote tres con una media de 4.37, como lo encontrado en la germinación estándar. La emergencia total también muestra diferencias en comparación con germinación estándar, como mencionan Lanfond y Baker (1986) que la velocidad de emergencia permite diferenciar bien a los materiales con diferente vigor, por lo cual se puede mencionar que el potencial de emergencia es de mucha importancia en el establecimiento de un cultivo. El comportamiento de los lotes fué similar que en capacidad de germinación, no obstante en los que tendió a ser mas alta la emergencia en invernadero fué debido al criterio mas exigente en evaluar capacidad de germinación, lo que no ocurrió al anotar emergencia en invernadero, donde se tomaron todas las plántulas que se establecieron.

Cuadro 4.20.- Comparación de medias para la variable de respuesta Índice de Velocidad de Emergencia en Invernadero (I.V.E.I.), Emergencia Total en Invernadero (E.T.I.) en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| Lotes | I.V.E.I. | E.T.I. |
|-------|----------|--------|
| 5 | 8.78 a | 88 a |
| 4 | 8.05 a | 82 a b |
| 1 | 6.86 b | 80 a b |
| 2 | 6.17 b | 78 b |
| 3 | 4.37 c | 57 c |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente Tukey $P \leq 0.05$

Emergencia en campo

En el Cuadro 4.21., se presentan los cuadrados medios para emergencia en campo, los cuales no muestran diferencia significativa entre lotes, esto demuestra que se debe establecer la emergencia en campo para poder comparar el vigor de las semillas, ya que aunque teniendo germinación aceptable no es suficiente para asegurar que tendrá un buen establecimiento de cultivo en campo, otro factor pudo haber sido la región donde se estableció la prueba, debido a que pudo tener condiciones no propicias para la buena emergencia del cultivo de Chile.

Cuadro 4.21.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta Emergencia en Campo en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|----------|------|----------|
| Lotes | 4 | 28.42 NS |
| Error | 15 | 7.56 |
| C.V. (%) | | 8.93 |

NS No significativo

El nivel de vigor mostrado en campo difiere mucho en cuanto a germinación estándar mostrada en laboratorio y a la emergencia total en condiciones controladas como invernadero, esto demuestra que es necesario tener buen vigor para poder establecerse en campo. Los valores mostrados de emergencia en campo en los cuales no se observa diferencia alguna fueron (34, 32.75, 31, 28.25 y 28.00) para lotes 5, 4, 2, 3 y 1 respectivamente.

Experimento 2 en Chile

Envejecimiento acelerado

En cuanto a los cuadrados medios para la prueba de envejecimiento acelerado se muestran en el (Cuadro 4.22) para los tiempos empleados en la prueba 24, 48, 72 y 96 horas, así como para lotes y la interacción entre ambos. Los valores son altamente significativos tanto para lotes, tiempos y para su interacción, esto quiere decir que los lotes presentaron diferencia de calidad y a medida que el tiempo de exposición a altas

temperaturas y humedad relativa los procesos fisiológicos y bioquímicos de la semilla se vieron afectados reduciéndose la germinación y por lo tanto el vigor, mientras que el tiempo tiene influencia en la calidad de lotes de semilla como se demuestra en los diferentes tiempos que se analizaron.

En cuanto al coeficiente de variación (C.V. 14.91 por ciento) se considera dentro del límite estipulado para condiciones de laboratorio y es debido a la variación de los lotes en calidad.

Cuadro 4.22.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta Germinación después de tiempos (24, 48, 72 y 96 horas) de Envejecimiento Acelerado en semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|-----------------|------|------------|
| Tiempos | 3 | 3491.50 ** |
| Lotes | 4 | 1386.33 ** |
| Tiempos x Lotes | 12 | 136.00 ** |
| Error | 40 | 4.23 |
| C.V. (%) | | 14.91 |

** Altamente significativos

En relación a las diferencias de medias entre lotes y tiempos de envejecimiento se muestran en el (Cuadro 4.23), se puede observar que conforme se aumentó el tiempo de envejecimiento los valores de germinación después de envejecimiento acelerado fueron disminuyendo, la variabilidad de los conteos fue en aumento. Esto parece mostrar que la prueba de vigor de envejecimiento es estresante a tiempo mayor de 24 horas, por lo que

requiere de un mínimo tiempo, principalmente en semilla de mas de un ciclo. No así posiblemente para semilla nueva.

Se puede decir que el mejor tiempo de envejecimiento para semilla de chile es el de 24 horas, además que concuerda con los resultados de índice de velocidad de emergencia. Los resultados obtenidos se relaciona con trabajos que realizaron Huber y Mc Donald (1982) al comparar materiales genéticos con alto, medio y bajo vigor, mencionan que el envejecimiento acelerado disminuyó la germinación en todos los niveles siendo mayor su efecto en aquellos materiales con medio y bajo vigor, por lo que se establece que los lotes en estudio tienen de medio a bajo vigor.

Cuadro 4.23.- Comparación de medias para la variable de respuesta Germinación después de tiempos 24, 48, 72 y 96 horas de Envejecimiento Acelerado en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| Lotes | 24 h | 48h | 72h | 96h | Tiempos |
|-------|------|------|------|-----|---------|
| 1 | 12 a | 0 c | 0 c | 0 b | 24 a |
| 2 | 20 b | 0 c | 0 c | 0 b | 48 b |
| 3 | 20 b | 0 c | 0 c | 0 b | 72 b |
| 4 | 63 a | 6 b | 3 b | 0 b | 96 c |
| 5 | 67 a | 25 a | 22 a | 2 a | |

Medias con literales iguales son estadísticamente iguales Tukey $P \leq 0.01$

Experimento 3 en Chile

Deterioro controlado

En el Cuadro 4.24, se muestran los valores de los cuadrados medios para germinación después de deterioro controlado detectándose diferencias altamente significativas para tiempos, lotes y la interacción entre ambos, en relación al coeficiente de variación (C.V. 5.54 por ciento) se considera aceptable y dentro del límite aceptable, lo cual difiere de lo observado en evecimiento acelerado donde el C.V. 14.91 por ciento.

Cuadro 4.24.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta Germinación después de tiempos (24, 48 y 72 horas) de Deterioro Controlado en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|-----------------|------|-----------|
| Tiempos | 2 | 152.95 ** |
| Lotes | 4 | 857.30 ** |
| Tiempos x Lotes | 8 | 27.00 ** |
| Error | 30 | 8.56 |
| C.V. (%) | | 5.54 |

** Altamente significativos

Esto implica que los tiempos de exposición de la semilla afectan la calidad de ésta y que a medida que se tiene mayor tiempo de estrés la germinación se ve reducida, mientras que los lotes muestran variación de vigor.

En relación a las medias de los tiempos y lotes se muestran en el (Cuadro 4.25), donde se observa que el mejor tiempo de exposición es el de 24 horas con una media de 69 por ciento de germinación para todos los lotes, mientras que el mejor lote fue el cinco con una media de 82 por ciento como lo demuestran las demás pruebas y comparando con el envejecimiento acelerado se puede observar la diferencia entre las pruebas, ya que es mas estresante la de envejecimiento que la de deterioro controlado para semilla de chile o posiblemente debido a que la semilla era de más de un ciclo de producción.

Lo estresante de la prueba de envejecimiento se debe principalmente al contacto de la semilla con la humedad que no esta controlada, mientras que en el deterioro si se controla.

Cuadro 4.25.- Comparación de medias para la variable de respuesta germinación después de tiempos (24, 48 y 72 horas) de deterioro controlado en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| Lotes | 24 h | 48 h | 72 h | Tiempos hrs |
|-------|------|------|------|-------------|
| 1 | 72 b | 62 b | 52 c | 24 a |
| 2 | 69 b | 62 b | 55 c | 48 b |
| 3 | 48 c | 37 c | 30 d | 72 c |
| 4 | 69 b | 69 b | 68 b | |
| 5 | 82 a | 82 a | 82 a | |

Medias con literales iguales son estadísticamente iguales Tukey $P \leq 0.05$

Experimento 4 en Chile

Otras Pruebas

Primer Conteo de germinación

En cuanto a primer conteo de germinación en Chile se puede observar en el (Cuadro 4.26) que hay una diferencia altamente significativa entre lotes, lo cual es una manifestación de diferencia de vigor entre ellos. El coeficiente de variación (C.V. 16.85 por ciento) se considera alto para un análisis estadístico dentro de laboratorio, debido a que hay demasiada variación entre lotes y lógicamente es debido a la diferencia de vigor.

Cuadro 4.26.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta Primer Conteo de Germinación en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995..

| F.V. | g.l. | C. M. |
|---------|------|-----------|
| Lotes | 4 | 852.00 ** |
| Error | 10 | 3.58 |
| C.V.(%) | | 16.85 |

** Altamente significativos

En el Cuadro 4.27., se muestran las medias de lotes para primer conteo de germinación, en el cual se observa que la diferencia de calidad entre lotes es el principal factor que se muestra para determinar la velocidad con que se presenta la germinación

como menciona AOSA (1983), que en lotes de semillas con similares porcentajes de germinación total pueden variar en su nivel de velocidad de germinación y crecimiento.

En esta prueba se puede demostrar lo encontrado por Delouche y Baskin (1976), que mencionan que la pérdida de germinación es consecuencia final de la deterioración de la semilla producto de los numerosos cambios en los procesos bioquímicos y fisiológicos.

El primer conteo es una forma de obtener mas rápidamente una aproximación del vigor, pero en algunas especies no se puede tomar como parámetro confiable para caracterizar el vigor de lotes de semilla, debido posiblemente a los efectos genéticos de los materiales evaluados.

En esta comparación de medias se observa que solamente un lote tiene alto vigor, comparando con la germinación estándar donde el lote cinco fué el más alto de germinación, mientras que en primer conteo fué el único que se comportó similarmente.

Cuadro 4.27.- Comparación de medias para la variable de respuesta Primer Conteo de Germinación en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| Lotes | Medias |
|-------|--------|
| 5 | 40 a |
| 4 | 7 b |
| 3 | 0 c |
| 1 | 0 c |
| 2 | 0 c |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente Tukey $P \leq 0.01$

Clasificación de plántulas

Los resultados de clasificación de plántulas como otro indicador de vigor (Cuadro 4.28), nos permite al clasificar las plántulas normales en fuertes y débiles estimar el potencial del lote en cuanto a capacidad para establecer un cierto número de plántulas en campo. Los cuadrados medios muestran que no hay significativa, el coeficiente de variación (C.V. 7.54 por ciento) se considera dentro del valor límite estipulado para una prueba de laboratorio.

Cuadro 4.28.- Cuadrados medios y significancia para la variable de respuesta Clasificación de Plántulas en lotes de semillas de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995

| F.V. | g.l. | C.M. |
|----------|------|----------|
| Lotes | 4 | 72.39 NS |
| Error | 10 | 15.12 |
| C.V. (%) | | 7.54 |

NS No significativos

En relación con las medias de esta prueba (Cuadro 4.29), el lote cinco que resultó mas alto en germinación estándar, pero al clasificarse en fuertes y débiles quedaron en la categoría de normales débiles, siendo estas aquellas que presentaron todas sus estructuras esenciales, pero con menor desarrollo o manifestación de retardo o debilidad, mientras que el mas bajo siguió mostrándose el lote tres. La pruebas separó los lotes en dos grupos, teniendose vigor de medio a alto.

Cuadro 4.29.- Comparación de medias para la variable de respuesta Clasificación de Plántulas en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| Lotes | Medias |
|-------|--------|
| 5 | 72 a |
| 4 | 66 a b |
| 1 | 60 a b |
| 2 | 57 a b |
| 3 | 51 b |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente $P \leq 0.05$

Tasa de Crecimiento de plántulas (Peso seco)

En el Cuadro 4.30., se muestran los cuadrados medios para peso seco de plántula donde se observa diferencia altamente significativa, esto significa que los diferentes lotes reflejan diferencia de la cantidad de reservas en la semilla, por lo cual la semilla con más alto vigor tiende a producir mas peso seco así como mayor longitud de la plántula comparados con los de bajo vigor. Con respecto al coeficiente de variación se considera dentro de los límites aceptables para una prueba dentro de laboratorio.

Cuadro 4.30.- Cuadrados medios y significancia para la variable Tasa de Crecimiento de Plántulas (Peso Seco) en semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| F.V. | g.l. | C.M. |
|----------|------|---------|
| Lotes | 4 | 1.098** |
| Error | 10 | 0.056 |
| C.V. (%) | | 8.94 |

** Altamente significativos

En relación a la comparación de medias (Cuadro 4.31), se puede observar que hay diferencia entre lotes, lo que nos indica que hay semilla que tienen mayor reserva y lo demuestran en la germinación, además que el mejor lote (cinco) con 3.57 mg/plántula fue el más consistente para todas las pruebas y por lo tanto el de mayor vigor.

Esto corrobora los resultados obtenidos por Sánchez (1994) para semilla de Jitomate y así como por Knittle y Burris (1976) quienes mencionan que el peso seco es una característica más confiable para predecir el vigor de plántulas, debido posiblemente a que refleja la cantidad de reservas almacenadas en la semilla así como mayor efectividad de sistemas enzimáticos para acelerar el desdoblamiento de las reservas. Asimismo en trabajos realizados por Mc Kersie y Tomes (1982) se encontró que semillas de alto vigor, tienden a producir mayor peso y mayor longitud de plántula.

Cuadro 4.31.- Comparación de medias para la variable de respuesta Tasa de Crecimiento de Plántulas (Peso Seco) en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| Lotes | Medias |
|-------|----------|
| 5 | 3.57 a |
| 4 | 2.89 b |
| 1 | 2.50 b c |
| 2 | 2.23 c d |
| 3 | 2.05 d |

Medias con literales iguales no difieren estadísticamente $P \leq 0.05$

Análisis de Correlación para Jitomate

El análisis de correlación de los resultados de las diferentes pruebas con emergencia en campo se muestra en el (Cuadro 4.32), aquí se observa que el primer conteo y clasificación de plántula mostró un coeficiente de correlación positivo y significativo de 0.55 y 0.57 respectivamente, esto quiere decir que a mayores valores de estas variables también se determinaron valores altos con emergencia. Por otro lado también se determinó que el porcentaje de germinación obtenido de ambos conteos no correlacionó con emergencia en campo. Esto último se contrapone a lo observado por Tekrony y Egli (1977) quienes encontraron correlación en germinación total en el cultivo de trigo, pero en cuanto a primer conteo los resultados concuerdan lo encontrado por Sánchez (1994) en semilla de tomate.

Cuadro 4.32.- Matriz de correlaciones de emergencia en campo con las pruebas de laboratorio Germinación Estándar (G.E), Clasificación de Plántulas (C.P) Primer Conteo de Germinación (P.C.G), Tasa de Crecimiento de plántulas (Peso Seco) (P.S.) Índice de Velocidad de Emergencia en Invernadero (I.V.E.I.). en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| C.C. | P.C.G | I.V.E.I. | G.E. | C. P. | P.S. |
|------|---------|----------|---------|---------|---------|
| r | 0.55 ** | 0.47 NS | 0.51 NS | 0.57 ** | 0.45 NS |

** Altamente significativa al $P \leq 0.01$

NS No significativos

En el Cuadro 4.33., se puede observar el análisis de correlación realizado entre la emergencia en campo y los tiempos 24, 48, 72 y 96 horas de envejecimiento acelerado,

donde se observan valores de coeficientes de correlación 0.75, 0.66 y 0.68 para los tiempos de 24, 48 y 72 horas respectivamente, mientras que para el tiempo de 96 horas no tuvo significancia por lo cual no tiene correlación con emergencia en campo debido a que presentó valores bajos de coeficiente de correlación. Por lo que los valores de asociación que tuvieron con los tiempos de exposición, significa que a mayor porcentaje de germinación en laboratorio después de envejecimiento acelerado mayor es el porcentaje de emergencia en campo. Por lo tanto se considera que el tiempo de 24 horas de envejecimiento puede ser útil para evaluar vigor en semilla de tomate, debido a que podemos obtener los mismos resultados en menor tiempo que en 72 horas de envejecimiento.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Sánchez (1994) en envejecimiento de semilla de tomate, obteniendo los mismos tiempos de exposición en correlación con emergencia en campo, y así mismo coincide con los resultados obtenidos por Sundstrom et al (1986).

Cuadro 4.33.- Matriz de correlaciones de Emergencia en Campo con tiempos de Envejecimiento (24, 48, 72 y 96 horas) Acelerado en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| C.C. | 24horas | 48horas | 72horas | 96horas |
|------|---------|---------|---------|---------|
| r | 0.75 ** | 0.66 ** | 0.68 ** | 0.59 NS |

** Altamente significativo a $p \leq 0.01$

NS No significativos

El análisis de correlación de los resultados de los tiempos de deterioro con emergencia en campo se muestran en el (Cuadro 4.34), donde se obtuvieron coeficientes de correlación positivos y significativos de 0.61, 0.61 y 0.65 respectivamente para los tiempos en estudio, lo que significa que a mayor porcentaje de germinación después de deterioro controlado también será mayor la emergencia en campo.

Estos resultados también concuerdan con lo encontrado por Sánchez (1994) en semilla de tomate, así como con los resultados obtenidos por Powell y Matthews (1981) en Brassicas, y por Naylor y Gurmu (1990) en lotes de trigo evaluados después de someterlas a deterioro, y que resultaron con reducción de radícula, emergencia de coleoptilo y crecimiento comparados con semillas sin deterioro.

Cuadro 4.34.- Matriz de correlaciones de Emergencia en Campo con tiempos de Deterioro Controlado (24, 48 y 72 horas) en lotes de semilla de Jitomate (*Lycopersicon esculentum*) UAAAN 1995.

| C.C. | 24 horas | 48 horas | 72 horas |
|------|----------|----------|----------|
| r | 0.61 ** | 0.61 ** | 0.65 ** |

** Altamente significativos $p \leq 0.01$

Análisis de Correlación para Chile

En el Cuadro 4.35, se muestran los resultados del análisis de correlación para las diferentes pruebas con emergencia en campo, se encontró que solamente el índice de

velocidad de emergencia mostró un coeficiente positivo y significativo de 0.73, esto quiere decir que a mayores índices de velocidad de emergencia mayor valor de emergencia en campo, esto coincide en los resultados obtenidos por Sánchez (1994) en tomate y Steiner et al (1990) en trigo.

Por lo cual la velocidad de emergencia permite diferenciar bien a los materiales con diferente vigor y establecerlos en campo, estos resultados también concuerdan con los trabajos realizados por Mc Kersie y Tomes (1982) en que la velocidad de germinación correlacionó con el establecimiento en campo.

Por lo tanto se puede decir que este criterio puede ser un buen indicador de vigor siempre y cuando se evalúen bajo ciertas condiciones y de acuerdo al tipo de invernadero.

Cuadro 4.35.- Matriz de correlaciones de Emergencia en Campo con las pruebas de laboratorio Germinación Estándar (G.E), Clasificación de Plántulas (C.P.), Primer Conteo de Germinación (P.C.G), Peso Seco (P.S.) Índice de Velocidad de Emergencia en Invernadero (I.V.E.I.). en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| C.C. | G.E. | P.C.G. | C.P. | I.V.E.I. | P.S. |
|------|---------|---------|---------|----------|---------|
| r | 0.55 NS | 0.61 NS | 0.55 NS | 0.73 ** | 0.59 NS |

**Altamente significativos $P \leq 0.05$

NS No significativos

El análisis de correlación de los resultados (Cuadro 4.36) de los diferentes tiempos 24, 48, 72 y 96 horas de envejecimiento acelerado con la emergencia en campo, muestra valores de coeficiente de correlación de 0.74 para el tiempo de 24 horas de

estrés, los otros tres tiempos de exposición no tienen correlación con la emergencia en campo, debido a que las condiciones de alta temperatura y humedad relativa son muy estresantes para la semilla de Chile, lo que quiere decir que a mayor porcentaje de germinación en el laboratorio para 24 horas mayor será la emergencia en campo. Se puede establecer que a mayor tiempo de estrés los procesos bioquímicos y fisiológicos afectan la germinación y por lo tanto el vigor. Y solo un vigor alto puede ser manifestado.

Y al ser esta prueba muy estresante para semilla de Chile, solamente se requiere aplicarla en períodos cortos de estrés.

Cuadro 4.36.- Matriz de correlaciones de Emergencia en Campo con tiempos de Envejecimiento acelerado (24, 48, 72 y 96 horas) en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| C.C. | 24 horas | 48 horas | 72 horas | 96 horas |
|------|----------|----------|----------|----------|
| r | 0.74 ** | 0.63 NS | 0.61 NS | 0.25 NS |

**Altamente significativos $p \leq 0.01$ NS No significativos

En el Cuadro 4.37., se observa el análisis de correlación entre la emergencia en campo y los tiempos 24, 48 y 72 horas de deterioro controlado, donde se observan valores de coeficientes de correlación positivos y significativos de 0.55, 0.54, y 0.72 respectivamente para los tiempos en estudio, lo que significa que a mayor porcentaje de

germinación después de deterioro controlado mayor también será la emergencia en campo.

Estos resultados corroboran lo que encontró Sánchez (1994) en semilla de tomate, asimismo concuerdan con los resultados obtenidos por Powell y Matthews (1981) en semillas de Brassicas y por lo mismo en resultados obtenidos por Naylor y Gurmu (1990) en lotes de trigo evaluados después de someterlos a deterioro y concordando con los datos en la especie de Jitomate en este mismo trabajo, por lo cual podemos decir que la prueba de deterioro es adecuada para semillas de hortalizas.

Cuadro 4.37.- Matriz de correlaciones de Emergencia en Campo con tiempos de Deterioro Controlado (24, 48 y 72 horas) en lotes de semilla de Chile (*Capsicum annuum*) UAAAN 1995.

| C.C. | 24 horas | 48 horas | 72 horas |
|------|----------|----------|----------|
| r | 0.55 ** | 0.54 ** | 0.72 ** |

**Altamente significativos al $p \leq 0.01$

CONCLUSIONES

En base a los objetivos e hipótesis planteados al análisis de varianza y discusión de los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se realizó la emergencia en campo se llegó a las siguientes conclusiones:

Para las condiciones en que fueron realizadas las diferentes pruebas si se encontraron diferencias de vigor entre lotes de semillas comerciales detectadas mediante las diferentes pruebas evaluadas en el laboratorio.

Para otes de semilla de chile la prueba que permitió mejor correlación con emergencia en campo fue el Índice de Velocidad de Emergencia, y fue la que mejor estimó la emergencia en campo, en base a la mejor correlación obtenida

En la prueba de envejecimiento acelerado para semilla de tomate resultaron ser mejores los tiempos de 24, 48 y 72 horas, los que también mostraron una buena correlación con emergencia en campo.

En la prueba de envejecimiento acelerado para semilla de tomate resultaron ser

RESUMEN

En la actualidad la producción de los diferentes cultivos hortícolas depende en gran medida de un satisfactorio abastecimiento de semillas de alta calidad. La cual determina la producción de los cultivos. En nuestro país el vigor de la semilla no se le da toda la importancia que amerita y por lo general no se ha considerado su importancia, evaluándose la calidad de semilla comúnmente por la prueba de germinación que no es indicativo del vigor de la semilla, ya que éste es la suma total de todas aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y comportamiento de esta o bien un lote de semillas durante su germinación y emergencia de plántula.

Dado lo anterior se llevó a cabo un trabajo de investigación en semillas jitomate y chile, para lo cual se evaluaron cinco pruebas de laboratorio, emergencia en invernadero y emergencia en campo, de las primeras envejecimiento acelerado (24, 48, 72 y 96 horas), deterioro controlado (24, 48 y 72 horas), germinación estándar, primer conteo, clasificación de plántulas, peso seco. Todas estas de acuerdo a las metodologías prescritas en los manuales de vigor de ISTA 1987 y AOSA 1983.

Asimismo se evaluó en invernadero el índice de velocidad de emergencia. El análisis de varianza, indicó diferencias altamente significativas, en las cuales podemos

encontrar que el deterioro controlado de 48 horas de exposición a estrés para chile fue el mejor con un coeficiente de correlación de 0.61, mientras que para el Jitomate se puede exponer hasta 48 horas con un coeficiente de correlación de 0.66. Por lo tanto, para las condiciones en que se llevó a cabo este trabajo pueden ser recomendadas las pruebas anteriormente señaladas para semilla de chile y jitomate. De acuerdo al análisis de correlación de la prueba de deterioro controlado este fue la mejor para evaluar vigor en semillas de chile y jitomate, además se encontró que solamente para semilla de chile en envejecimiento acelerado se usar un tiempo de 24 horas. Otra prueba que puede ser útil para vigor en tomate de acuerdo a su correlación con emergencia de campo (0.57) fue la clasificación de plántula, mientras que para semilla de chile resultó un buen indicador de vigor la velocidad de emergencia en invernadero con coeficiente de correlación de (.73)

LITERATURA CITADA

- Amaral, A. Doss. 1983. Accelerated aging a test of seed vigor. *Lavoura Arrozeira* 36 (343) : 24-25 Brazil.
- Andrews, C. H. 1972, Vigor de la Semilla, Laboratorio de Tecnología de Semillas Mississippi, State, Universidad de Mississippi.
- Andrews, C. H. 1978, Vigor de la Semilla. Curso de Tecnología de Semillas. CIAT. Cali Colombia.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA), 1983, Seed Vigor Testing Handbook, Contribution, USA. N° 32 to the Handbook on Seed Testing.
- Baalbaki, R. and L.O. Copeland. 1987. Vigor testing of wheat and its relationship to field performance storage and seed quality. *Newsletter of the AOSA*. 6 (2):5SA.
- Baskin, C.C. 1987, Accelerated Aging Test, ISTA Handbook of Vigour Test Methods. 2 ed, Zurich, Switzerland. p, 72.
- Carvalho, M. N. y J. Nakagawa. 1983, Sementes: Ciencia y Tecnología de producción Fundação Cargill, Brasil P. 274-280.
- Chuampis A. 1982. Effect of Seed Vigor on yield of RD 7 and RD 10 rice. *Kasetsart Univ. Bangkok. Thailand*. 76 p.
- Cobaquil G.,A.R. 1991. Evaluación de modalidades para estimar vigor en semilla de maíz (*Zea mays L.*) mediante envejecimiento acelerado. Tesis. Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila México. 78p.
- Copeland, L. O. and. M.B. McDonald. 1985, Principles of Seed Science and Technology de Burgess Publishing Company, USA Traducción.
- Delouche, J. C. and C.C. Baskin, 1973. Accelerated Aging Techniques for Predicting the Relative Storability of Seed Lots. *Seed Sci and Technology*. The Netherland P 39-122.

- Delouche, J. C. 1973a. The Problem of Vigor. Proc., Short Course. Technology Laboratory Mississippi State, University. U.S.A. p 19.
- Delouche, J.C. and C.C. Baskin. 1976. Accelerated Aging Techniques for Predicting Relative Storability of Seed Lots. Seed Sci; and Tech. 1 (2) : 427 - 452 Netherlands.
- Delouche, J. C. and W.P. Caldwell 1960. Seed vigor and vigor Test, Proc, Assoc, Seed Anal. 50: 124-129 U.S.A.
- _____ . 1978. Vigor de la Semilla y los exámenes de Curso de Semillas. CIAT . Cali, Colombia.
- Denisen, E. L. 1987. Fundamentos de Horticultura, Edit, Noriega, México
- Doijode, S.G.. 1985. Onion Seed quality in relation to seed deterioration accelerated aging condition. Seed Abstract. V(10), p 1595. Oxford, England
- Ellis, R.H. y E.H. Roberts, 1980. Hacia una base racional para evaluar la calidad de semilla. En: Hubblethwaite, P.D. Producción Moderna de semillas Escue Agricultura, Universidad de Nottingham. De. Hemisferio Sur. 623 Inglaterra.
- Ferriss, R.S. and J.M. Baker. 1990. General and specific combining ability traits in n with Lyf Gene. Seed Abstracts. 16: p 31. Oxford England
- Filgueiras, T.O. 1981. Seed vigor and Productivity. Pesquisa Agropecuaria Brasilia 16(6): 851-854 Brasilia.
- Frías, M. J. A. 1994. Almacenamiento y calidad en semilla de tomate de cá (Physalis ixocarpa, Brot) Universidad Autónoma Agraria Antonio N Buenavista, Coahuila, México p. 119.
- Gómez, C. M.A., Rindermann, S. R.y, Merino, S.A., 1991. Reporte de Investigación Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de Agroindustria Mundial (CIESTAAM) Universidad Autónoma de Chapingo.
- Gupta, S.P., P.S. Madan and J.Kaur. 1987. Effect of Seed Size on Seed yield and Seed Quality in wheat. Seeds & farms. 13 (11): 11-13. India.
- Hagima, F.Z. Cseresnyes and M. Baleanu. 1987. Effect of rapid artificial aging on activity of some enzymes and on germination in wheat grains. Analele institutu de cercetari pentru cereale si plante tehnice. 54: 137-147. Fundulea, Romania
- Hanumaiah, L. and H. Andrews. 1973. Effects of seed size in cabbage and turnip

- performance of seed, seedling and plants. Proc. Association of official Seed Analysts. 63: 117-125. USA.
- Huber, T. A. and M. B. Mc Donald, Jr. 1982 Gibberellic acid influence on aged unaged barley seed germination and vigor Agron Journal. 74, 384-389.
- Hussaini, S.H., P. Sarada and B.M. Reddy. 1984. Effect of Seed Size on germination and vigour in maize. Seed Research. 12(2): 98-101. India.
- International Seed Testing Association. (ISTA) 1981 Handbook of Vigour Test Methods. Zurich Switzerland. p 56.
- _____. (ISTA) 1985a. International Rules for Seed Testing. Seed Sci and Technology. 13: 299-335 p. The Netherlands.
- Isely, D., 1950. The cold test for corn. Proc int seed Test Association 16: 299-311. USA
- Jacobsohn, R., and Globerson. 1980. Calidad de la Semilla de (Zanahoria). *Daucus carota*. En: Producción Moderna de Semillas. Habbetwaite P.D. (de). 754-764. Tomo editorial Agropecuaria Hemisferio Sur Uruguay.
- Jara, C. T. V. 1993. Potencial de pruebas de vigor para el ensayo de semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Coahuila, México p. 119.
- Johnson, R.R. and L.M. Wax. 1978. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. Agronomy Jour: 70(2) 273-278. USA.
- Kneebone, W.P., and E.L. Cremer. 1955. The relationship of seed size to seedling vigor in some native grass species. Agron. Jour. 47(10): 472-477. USA.
- Knittle, K. H. and J. S. Burris. 1976. Effect of kernel maturation on subsequent seedling vigor in maize Crop Science 16, 851-855
- Krishanasamy, V. and D.V. Seshu. 1990. Germination after accelerated aging and associated character in rice varieties Seed Sci and Tech. 18 147-157. Netherlands.
- Lafond, G. P. and R. J. Baker. 1986. Effects of Genotype and Seed size on Speed of Emergence and seedling vigor in nine spring wheat cultivars. Crop Science 26, 341-346. USA
- Lees, P. 1980, Vigor de la Semilla, Clave de Mejores Cosechas. Rev Agricultura de las Américas. p 15-29. Kansas, U.S.A.
- Liere, D.G., Mansour, N.S., and Mack, H.J. (1980) Comparisons of various seed sizes

at different in row densities on the size distribution of table beets (*Beta vulgaris*) at harvest. Hort. Science, vol 15 (3), 379.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination: Aid in selection and Evaluation for Seed Emergence and Vigour Crop Sci. p 176-177. U.S.A.

Martinez, N. V.M. 1989. Efecto de características físicas sobre calidad de semillas de maíz. Tesis. Profesional Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Coahuila, México. 42P.

Mattehw, S. y A.A. Powell. 1981. Ensayo de Deterioro Controlado En: Manual métodos de ensayos de vigor. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de vive 39-45 España.

Mc Donald, M.B. Jr. 1975. A Review and Evaluation of Seed vigor Test. Proc Off. seed nal. 65: 117-122.

Mc Donald, M.B. Jr. 1977. The influence of seed moisture on the accelerated aging seed vigor test J. of seed Tech. 2 (1); 12-28 USA.

Mc Donald, M. B. Jr. 1991. Evaluación del Vigor de Semillas. Memorias del III Curso Actualización de Semillas, UAAAN-CCDTS. Buenavista, Saltillo, Coah. México

Mc Kersie, B. D. and D. T. Tomes. 1982. A Comparison of Seed Quality and seed vigor in birdsfoot tropical. Crop Science 22, 1239-1241.

Miranda, F. 1984. Vigor y pruebas de vigor de semillas Conferencia VIII Curso postgrado en Tecnología de semillas. CIAT, Colombia, 18p.

Moreno, M. , E. 1984. Análisis Físico, Biológico de Semillas en la Agricultura. UNAM Instituto de Biología. México. p 383.

Naylor, R.E.L. and M. Gurmu. 1990. Seed vigour and water relations in wheat. Ann. Appl. Biol. 117(2): 441-450. U.K.

Perry, D.A. 1972. Seed vigor and field establishment. Hort. Abstracts 42 (2): 334-34 USA.

_____ 1976. Seed vigor and seedling establishment advances in research and technology of seeds. Edit. J.P. Johnson, International Seed Testing Association Part Two 62-85, The Netherlands.

_____ 1980. El Concepto de Vigor de la Semilla y su Relevancia en la Técnicas de Producción Moderna de semilla. Escuela de Nottingham, Editori Hemisferio Sur P: 693-701, Uruguay.

- _____. 1981. Handbook of Vigour Test methods the International Seed Testing Association p. 5 Switzerland.
- _____. 1987. Introduction; Methodology and Application of Vigour Tests: Growth and Evaluation Test: Topographical Tetrazolium Test, ISTA Handbook of Vigour Test Methods, 2 ed. Zurich, Switzerland. p72.
- Popinigis, F. 1985. Fisiología de Sementes 2ª de. Brasil PP. 207 - 208.
- Powell, A. A, and S. Matthews. 1981. Electrical Conductivity Test; Controlled Deterioration Test. ISTA Handbook of Vigour Test Methods 2 Ed. Zurich Switzerland. p.72.
- Sánchez, S. J. L. 1994. Pruebas de estrés para evaluar vigor en semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Coahuila, México p. 65.
- Sayers, R. 1982. Pruebas de Germinación y Vigor. Memorias del curso de Actualización sobre Tecnología de Semillas. UAAAN - AMSAC. p. 129 - 136. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Smitle, D.A. 1982. Radish (*Raphanus sativus*) growth yield responses to seed grading by size aspiration. Seed Sci and Technol. 10 (2):199-205. The Netherlands.
- Steel, R., G.D. and H.J. Torrie. 1986. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2ed. McGraw-Hill. México. p 621.
- Steiner, J.J. , D.F. Grabe and M. Tulo. 1990. Single and Multiple Vigour Test for predicting Seedling Emergence of Wheat. Crop Sci. 29 p- 782-786. U.S.A.
- Sundstom, F.J. ; J.E. Armstrong., R.L. Edwards and B.L. Mc Dowell. 1986. Relationship between laboratory indices of hot Pepper seed vigour and crop greenhouse performance. Seed Science and Technology. V(14) : 705-714. The Netherlands.
- Tao. T. K. 1979. An evaluation of alternative methods of accelerated aging seed vigor tests for soybeans. Journal of seed Technol. 3(2): 30-49. USA.
- TeKrony D.M. and D.B. Egli. 1977. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor field emergence. Crop sci 17: 573-577. USA.
- TeKrony D.M. and D.B. Egli. 1991. Relationship of seed to crop yield: A review. Crop Sci. 31: 816-822. USA.
- Trawata, Susan E., Jeffrey J. Steiner and Kent Bradford. 1990. Laboratory Vigour Test

used to predict pepper seedling field emergence performance. *Crop Science* v(30): 713 - 717 U.S.A..

Tomer, R. P.S. and J. D. Maguire. 1990. Seed vigour studies in wheat. *Seed Sci. Technology*. 18: 383-392. The Netherlands

Townsend, C.E. 1979. Breeding Milkvetch for improved seedling emergence *Crop S* 19 : 613-619.

Valadez, L. A. 1993, *Producción de Hortalizas*, Edit, Limusa, México D.

Vanderlip, R.L.; F. E. Mockel and H. Jan 1973. Evaluation of vigor tests for sorghum. *Seed. Agronomy Journal*. 65 (33) : 486-488. USA.

Welch, G.B., and Delouche. 1980 Conditions storage of seed. *Proc and Rep Southern Seedsmens Association (SSA)* Mississippi State University. Mississippi. USA