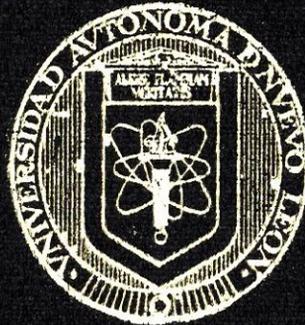


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DEL ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO Y LAS
GIBERELINAS SOBRE SEMILLAS DE CHILE SERRANO
(Capsicum annuum L.) Cv. Tampiqueño 74".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

FRANCISCO JAVIER POLINA MARTINEZ

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1989

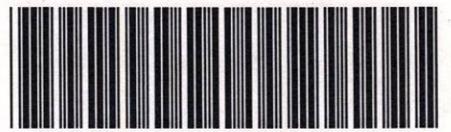
T

SB351

.C3

P6

c.1



1080062784

Este libro debe ser devuelto, a más tardar, en la última fecha sellada, su retención más allá de la fecha de vencimiento, lo hace acreedor a las multas que fija el reglamento.

17 JUL. 1991

27 FEB. 1996

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DEL ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO Y LAS
GIBERELINAS SOBRE SEMILLAS DE CHILE SERRANO
(Capsicum annum L.) Cv. Tampiqueño 74".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

FRANCISCO JAVIER POLINA MARTINEZ

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1989

09995^m

T
SB351
-C5
P6

040.635

FA 18

1989

C5

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

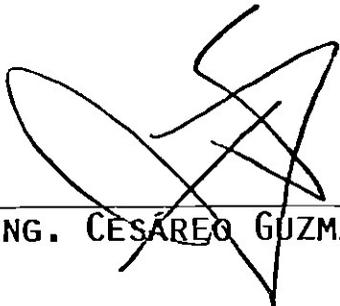
"EFECTO DEL ACONDICIONAMIENTO OSMÓTICO Y LAS GIBERELINAS
SOBRE SEMILLAS DE CHILE SERRANO (CAPSICUM ANNUUM L.) CV
TAMPIQUEÑO 74"

TESIS ELABORADA POR FRANCISCO JAVIER POLINA MARTINEZ,
ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA.

COMITE SUPERVISOR DE TESIS



ING. M.SC. FERMÍN MONTES CAVAZOS



ING. CESÁREO GUZMÁN FLORES



ING. RAÚL P. SALAZAR SÁENZ

MARÍN, N.L.

OCTUBRE DE 1989

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por permitirme culminar una de las metas de mi vida.

A MIS PADRES:

SR. JESUS POLINA MATA

SRA. ELVIA MARTINEZ DE POLINA

Con infinito amor y cariño, por haber sabido guiarme con su amor, apoyo y consejos para obtener la mayor herencia que me pueden legar, la culminación de mis estudios profesionales.

Los quiero mucho.

A MIS HERMANOS:

Jesús

Roberto

Dora Elvia

Adolfo

Reyna Elizabeth

Jesús Angel

Chayito

Por el apoyo que me han dado y porque siempre perdure el cariño y la unión entre nosotros.

A MI CUÑADA:

Sandra E. López de Polina

A MIS TIOS:

Adolfo, Roberto y Gonzalo Polina

Por sus palabras de apoyo y consejos.

AGRADECIMIENTOS

AL ING. AUSTREBERTO MARTINEZ GRACIANO.

Por su amistad y a quien agradezco su gran ayuda para que el presente trabajo tuviera origen, principio y fin.

AL ING. M.Sc. FERMIN MONTES CAVAZOS.

Por sus consejos y asesoría brindada para la realización de este trabajo.

AL ING. CESAREO GUZMAN FLORES.

Por su valiosa ayuda y dedicación en la revisión de este escrito.

AL ING. RAUL P. SALAZAR SAENZ.

Por su colaboración en la revisión de este trabajo.

A LA SRITA. JUANA MARIA BALDERAS RIVERA.

Por su desinteresada ayuda.

A LA SRA. MA. DE JESUS MOLINA GUERRA.

Por su amistad y buenos deseos.

A todos mis compañeros con quienes compartí momentos que siempre recordaré.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
II.1. Calidad de la semilla.....	3
Componente fisiológico.....	3
-Viabilidad.....	4
-Vigor.....	4
Factores que afectan el vigor.....	4
Pruebas para evaluar el vigor.....	6
-Deterioro.....	8
Causas del deterioro.....	8
II.2. Germinación de la semilla.....	10
Técnicas promotoras de la germinación.....	10
-Remojo en agua.....	10
-Reguladores del crecimiento.....	11
-Semillas suspendidas en gel.....	11
-Acondicionamiento osmótico.....	12
Polietilenglicol.....	15
Efectos sobre la semilla.....	17
Relaciones hídricas de la semilla en una so- lución osmótica.....	17
Antecedentes de estudio.....	20
Duración de su efecto.....	23
-Fitohormonas.....	25
Giberelinas.....	25
Efecto en la germinación de semillas.....	26

	Acido giberélico.....	26
	Papel del AG ₃ en el acondicionamiento osmótico.....	28
	Concentración usual al tratar semillas.....	28
	Pruebas de germinación.....	29
	-Recomendaciones para semillas de chile.....	29
III.	MATERIALES Y METODOS.....	31
III.1.	Localización del experimento.....	31
III.2.	Materiales.....	31
III.3.	Métodos.....	33
III.4.	Procedimiento para aplicar los tratamientos..	36
	-Acondicionamiento con soluciones osmóticas..	36
	-Imbibición en soluciones de AG ₃ y en agua...	38
III.5.	Técnicas de siembra.....	38
III.6.	Variables evaluadas.....	40
IV.	RESULTADOS.....	42
V.	DISCUSION.....	61
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
VII.	RESUMEN.....	65
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	68

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA	Pág.
<p>1 Resumen de resultados obtenidos con semillas de diferentes cultivos que recibieron tratamiento en una solución osmótica.....</p>	23
<p>2 Resumen de las temperaturas ambientales prevalentes durante el desarrollo del experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) Tampiqueño 74".....</p>	32
<p>3 Resumen de análisis de varianza para las variables estudiadas en el experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. Tampiqueño 74".....</p>	43
<p>4 Resumen de comparaciones de medias por el método DMS para las variables bajo estudio en el experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. Tampiqueño 74".....</p>	45
<p>FIGURA</p>	
<p>1 Efectos de la temperatura y concentración de las soluciones de PEG-6000 en el potencial osmótico...</p>	14

	Pág.
2 Estructura del ácido giberélico.....	27
3 Procedimiento utilizado para la administración de los tratamientos y su siembra en el experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. Tampiqueño 74".....	34
4 Porcentaje de plántulas normales obtenidas en la prueba estandar del experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. -- Tampiqueño 74".....	47
5 Días promedio a germinación de una prueba estandar en el experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. Tampiqueño 74"....	50
6 Porcentaje de germinación acumulada diaria de una prueba estandar del experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. -- Tampiqueño 74".....	51
7 Porcentaje de plántulas normales de la prueba en <u>ca</u> ma fría del experimento sobre "Efecto del <u>acon</u> dicio	

	namiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. Tampiqueño-74".....	52
8	Porcentaje de plántulas normales de la prueba fría del experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. Tampiqueño 74"...	54
9	Días promedio a germinación de la prueba fría del experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. Tampiqueño 74".....	57
10	Porcentaje de germinación acumulada diaria en una prueba fría del experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. Tampiqueño 74".....	58
11	Porcentaje de plántulas normales de la prueba en cámara expuesta al ambiente del experimento sobre "Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (<u>Capsicum annuum</u> L.) cv. Tampiqueño 74".....	59

I. INTRODUCCION

En los cultivos anuales, el tiempo que transcurre a partir de la siembra hasta el establecimiento de una plantación es una fase crucial dentro del ciclo de producción. La uniformidad y el porcentaje de emergencia obtenidos en la siembra de una determinada especie puede tener un fuerte impacto en la calidad y rendimiento final.

Las técnicas de precisión utilizadas actualmente en la siembra, para obtener una población de plantas deseada, dependen en gran parte del exitoso establecimiento de cada semilla sembrada. El uso de la costosa semilla híbrida de alta calidad podría ser una solución parcial, pero está sujeta al funcionamiento de cada semilla en lo individual (5).

Por otra parte, es frecuente que el ambiente del suelo no sea del todo adecuado para una rápida germinación y crecimiento de las plántulas pues existen condiciones como: las temperaturas extremas, el exceso o déficit de humedad, la salinidad, el encostramiento, el ataque de patógenos, etc, que afectan adversamente la germinación y el desarrollo de las plántulas.

Al ser la semilla uno de los insumos más importantes de cuantos existen en la agricultura, por ser el único que posee vida, cobra una gran importancia el darle un tratamiento que le permita estimular su germinación y que ésta sea más uniforme, además de favorecer el vigor necesario para que resulte una plántula sana y fuerte que supere los problemas menciona-

dos anteriormente.

Como una respuesta a lo anterior, surge la técnica del acondicionamiento osmótico la cual pretende lograr el establecimiento rápido y uniforme de las plántulas de un cultivo y que al final reditue en un incremento de su rendimiento y calidad. Esta técnica ha funcionado eficientemente en otras especies.

Por tal motivo, con el fin de incrementar la información que se ha obtenido sobre ésta técnica, se realizó el presente trabajo cuyo objetivo principal es: evaluar en la semilla de chile serrano (Capsicum annuum L.) del cv. Tampiqueño 74 cómo influyen sobre la germinación y emergencia, tanto en condiciones óptimas como subóptimas, a nivel de laboratorio y en campo, algunas metodologías de acondicionamiento osmótico a base de Polietilenglicol-6000 (PEG-6000), Acido Giberélico (AG₃), y remojo en agua.

II. REVISION DE LITERATURA

II.1. Calidad de la Semilla

La calidad mostrada por los productos hortícolas puede -- ser muy variable y depende en gran medida de la calidad de la semilla utilizada en la siembra (25).

La calidad de la semilla es un concepto basado en la valoración de las diferentes características, algunas de mayor importancia y se refiere a la utilidad de las semillas para la siembra. Puede expresarse como un nivel o grado de excelencia el cual es alcanzado por las semillas solo cuando son comparadas con una calidad aceptable.

La calidad de la semilla está definida por cuatro componentes: componente genético, características físicas, componente sanitario y componente fisiológico (7,23).

Al ser el componente fisiológico el directamente involucrado en el presente trabajo, será descrito a continuación con más detalle.

Componente fisiológico.

Se refiere a la característica de la viabilidad de una semilla, a su alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos (7).

La condición física y el estado fisiológico de la semilla tienen una gran influencia en el período de vida de ésta. Aún en la ausencia de síntomas físicos (semillas raspadas o quebradas) las semillas pueden estar fisiológicamente dañadas y ser-

susceptibles a deteriorarse rápidamente (9).

-Viabilidad.

La viabilidad es el período en que una semilla permanece realmente viva. Una semilla es viable si realmente es capaz de germinar y producir una plántula normal (19,25).

Una prueba rápida de la viabilidad es la de tetrazolio, la cual se basa en la reacción bioquímica de ciertas enzimas de las células vivas de la semilla con la sal de tetrazolio, lo cual da como resultado la formación de un compuesto rojo indicador de tejido vivo en la misma (7).

-Vigor.

El vigor de la semilla se define como la propiedad de las semillas que les permite establecer poblaciones aceptables bajo condiciones de campo tanto óptimas como adversas. Otra manera de definir el vigor es: la suma total de todas las propiedades de las semillas que resultan en una rápida y uniforme producción de plántulas normales bajo una amplia gama de condiciones ambientales favorables o desfavorables (26,30).

Factores que afectan el vigor.

Genético.- El genotipo de las plantas determina parcialmente el vigor presentado por las semillas. Influyendo por lo tanto en la plántula; debido a esto, existen diferencias en el vigor entre diferentes especies, diferentes variedades y dentro de la misma variedad (8,13).

Adversidades durante la producción de semillas. Las condiciones climáticas afectan durante el desarrollo de la planta y en la floración, algunos de estos factores son: la disponibilidad de agua y nutrientes para la planta, temperaturas del suelo y aire, daños por insectos, etc., por lo que el vigor de la semilla se ve afectado desde antes y durante su formación (9,11,46).

Grado de madurez de la semilla. Las semillas maduras, son potencialmente excelentes para inducir a una rápida y vigorosa germinación. Esto debido a que las semillas maduras presentan un desarrollo físico y fisiológico que les garantiza un máximo de expresión del vigor. Un problema existente es que al cosechar plantas de diferentes estados de maduración, tenemos como resultado, un lote de semillas heterogéneo en términos de vigor (8,9).

Tamaño de la semilla. Semillas de un tamaño grande son generalmente indicadoras de vigor comparadas con semillas pequeñas, debido a que son las que poseen, normalmente, embriones bien formados y con mayores cantidades de reserva, potencialmente, son las más vigorosas (8).

Daños mecánicos. Deterioran la calidad de la semilla durante la colecta, en el procesamiento y en el manejo que sufren las semillas hasta la siembra. El mal manejo de la semilla ocasiona daños poco visibles tanto externos como internos en las diferentes partes de la semilla, no obstante esto no puede ser descubierto hasta cuando las semillas ya han germinado

do y las plántulas obtenidas no tienen el vigor deseado (24, 32).

Condiciones durante el almacenamiento. La temperatura y la humedad del aire son los principales factores que afectan la calidad fisiológica de la semilla, en particular el vigor, durante el almacenamiento. Para prevenir y detener el desarrollo de patógenos en granos y semillas almacenados se recomienda una humedad relativa menor del 60% y bajas temperaturas, -- con el fin de mantener el embrión en su más baja actividad metabólica (8,12,27).

Pruebas para evaluar el vigor.

Una prueba de vigor es un método reproducible en el laboratorio que distingue en las semillas los diferentes niveles de vigor.

El objetivo de las pruebas de vigor es identificar lotes de semilla con alta capacidad de emergencia en condiciones ambientales favorables. Los resultados de las pruebas de vigor son un suplemento de las pruebas de germinación que son obtenidas en condiciones óptimas de laboratorio (34).

Los siguientes métodos son pruebas de laboratorio para distinguir semillas de diferentes niveles de vigor y proporcionan información sobre el nivel de emergencia que se espera en el campo, el vigor puede ser evaluado por:

Pruebas físicas.- Se basan en algunas características físicas de la semilla como: tamaño, color, peso, densidad, conte

nido de nitrógeno, etc.

Pruebas fisiológicas.- Son aquellas relacionadas con el crecimiento de las plántulas como:

La prueba fría: Impone estrés a las semillas germinantes al sujetarlas a microorganismos y suelo húmedo y frío, o bien a temperaturas por abajo del óptimo para el crecimiento de las plántulas (el porcentaje de germinación es tomado para indicar la habilidad para resistir el estrés de temperatura) (7,34).

Prueba del índice de crecimiento: Se mide el crecimiento diario de la plumula y/o raíz de todo el eje de la plántula y se establece una curva en donde se observa cual semilla tiene mayor índice de crecimiento.

Velocidad de germinación: Esta prueba es un importante aspecto del vigor de la semilla. Puede incorporarse a la prueba de germinación. Después de que las semillas han empezado a germinar, deben cuantificarse diariamente, sacándose las plántulas normales de un tamaño predeterminado (9).

Envejecimiento acelerado: Las semillas son envejecidas artificialmente al someter a condiciones de alta temperatura (40 a 45°C) y 100% de humedad relativa por 72 a 96 horas y llevadas posteriormente a germinar bajo condiciones óptimas (30).

Velocidad de crecimiento: Esta prueba consiste en utilizar las plántulas normales de un ensayo de germinación, quitarles los órganos de almacenamiento (cotiledones o endospermo) para minimizar las diferencias de tamaño en la semilla y ponerlas a secar a 80°C por 24 horas. Expresando los resultados en

mg de peso seco/plántula germinada (30).

Pruebas bioquímicas.-

Conductividad eléctrica: Se basa en el concepto de que -- cuando las semillas se deterioran, ya sea por daños mecánicos -- o por el almacenamiento, se dañan sus membranas celulares y -- por lo tanto se tendrán semillas de bajo vigor, cuando las se- millas son sumergidas en agua, liberan más electrolitos en la solución que las de alto vigor. La medición de la conductivi- dad se hace en la solución donde se remojaron las semillas. Va- lores altos de conductividad indican bajo vigor y viceversa -- (14,30).

Actividad enzimática: Esta prueba se basa en la medición- de la actividad de la descarboxilasa del ácido glutámico al co- lectar el CO_2 liberado cuando el ácido glutámico, añadido a -- las semillas, se desdobla por la enzima. Las semillas que --- muestran alta producción de CO_2 son las más viables (7).

-Deterioro.

El deterioro en la semilla son las transformaciones dege- nerativas irreversibles que sufre la semilla después de que ha obtenido su nivel de máxima calidad (2).

Causas del deterioro.

Existen diversas razones por las cuales una semilla se ve mermada en su calidad fisiológica, las principales causas de - dicho deterioro pueden ser:

Disminución de la actividad enzimática.- Una de las mayores causas del deterioro fisiológico de la semilla lo es la -- disminución de la actividad enzimática, la cual es un síntoma del envejecimiento. La disminución general en la actividad de enzimas tales como, las catalasas, deshidrogenasas, y ácido -- glutámico descarboxilasa, disminuyen el potencial respiratorio que consecuentemente reduce la disposición de energía (ATP), - dificultando la disposición de alimentos necesarios para la -- germinación.

Autoxidación de lípidos.- El deterioro de las semillas -- progresa debido a que se producen peróxidos de lípidos que son muy dañinos para proteínas, enzimas y otros compuestos biológicos en su proximidad, además de que daña el citocromo, por lo tanto la autoxidación de lípidos trae consigo la inactivación -- progresiva de enzimas y la desnaturalización de proteínas, cau sando el mal funcionamiento de la célula y el deterioro de la semilla.

Degradación de estructuras funcionales.- Otra de las cau sas del envejecimiento y deterioro de la semilla es la degrada ción de estructuras funcionales, en sí, la degradación de la - membrana celular debido a la pérdida de su permeabilidad selec tiva por la autoxidación de lípidos (por la fosfolipasa) lo -- que ocasiona que los metabolitos citoplásmicos se lixivien ha cia dentro de los espacios intercelulares. Esto ocurre princi palmente porque el envejecimiento de los tejidos provoca debi litamiento de las células, el comportamiento irregular de las enzimas, y la rápida respiración, con la consecuente pérdida -

de productos ya elaborados en los tejidos envejecidos (8,9,31).

II.2. Germinación de la semilla

Según la Asociación de Analistas de Semilla (AOSA) la germinación es la emergencia y desarrollo a partir del embrión de la semilla, de aquellas estructuras esenciales que son indicadores de su habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables (8,23).

Técnicas promotoras de la germinación.

Diferentes técnicas han sido usadas en la semilla, preacondicionándola con el fin de darle vigor y de esta manera aumentar la uniformidad y el porcentaje de germinación, para mejorar el establecimiento de las plantaciones vegetales (43,49).

De estas técnicas, las más conocidas, incluyen: alternación de temperaturas, escarificación mecánica y con ácidos, remojo en agua (19), remojo en soluciones salinas y tratamientos hormonales (3,39); además aplicación de reguladores del crecimiento (6) y la suspensión de semillas en gel (4). Otra técnica, no muy conocida en México, es la técnica del acondicionamiento osmótico la cual consiste en el remojo de semillas a bajas temperaturas en una solución osmótica, en donde la semilla es puesta a embeberse en una solución de polietilenglicol a un bajo potencial hídrico controlado (33). De las anteriores técnicas se describirán las de interés para el presente trabajo.

Remojo en agua. - El propósito de remojar las semillas en-

agua es modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores, suavizar las semillas y reducir el tiempo de germinación. El remojo generalmente es en agua caliente (de 45 a 100°C) dependiendo de la especie y presenta la desventaja de que la semilla puede ser dañada por altas temperaturas además de que por lo regular se debe sembrar, al igual que en otras técnicas, inmediatamente después del tratamiento (19).

Reguladores del crecimiento.- Según Maguire, la latencia y germinación de las semillas son reguladas endogenamente por niveles relativos de inhibidores y promotores que se presentan en varias partes de la semilla. El ácido abscísico (ABA) es el mayor inhibidor, mientras el ácido giberélico (AG_3) actúa como un promotor de la germinación. El AG_3 es más efectivo en combinación con citoquininas, ambos, aparentemente bloquean o neutralizan el ABA y posiblemente otros inhibidores.

La estimulación química con nitrato de potasio (KNO_3), Thiourea, AG_3 , Kinetina, Cinetina, Cloruro de Potasio (KCl) entre otros, ha sido usada por mucho tiempo para contrarrestar la latencia en muchas especies de semillas, o bien para estimular la germinación de semillas que no germinan en la oscuridad o a altas temperaturas (14,17,19,40,45).

Semillas suspendidas en gel.- Aunque esta técnica no fue utilizada en el presente trabajo se describirá brevemente ya que es una técnica moderna, además de que ciertos tratamientos efectuados en la presente investigación es posible combinarlos a la suspensión en gel.

La suspensión de semillas en gel es una técnica pregerminativa en la cual se utiliza una sembradora especial y gel, lo cual le confiere a la semilla germinar bajo condiciones óptimas, al ser incorporado el gel hidrofílico, el cual puede ser por ejemplo; gel de hidroxietil celulosa, esto se hace antes de ser sembradas en el campo. Tiene por objetivo aumentar la velocidad y emergencia de las plántulas, así como el rendimiento final del cultivo (35).

En un trabajo realizado por Wolfe y otros en 1982, sobre el efecto de dos tratamientos de presiembra (utilizando gel con sembradora especial y acondicionamiento osmótico) en tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) se encontró que se aumentaba el porcentaje y la velocidad de emergencia en ambos tratamientos y que además la combinación de ambos tratamientos reportaba el mayor número de frutos maduros en la cosecha.

Para las semillas acondicionadas osmóticamente se utilizó una solución de -5 bar de PEG-6000, en donde fueron puestas a embeberse por 7 días previo a la siembra, y en el otro tratamiento pregerminativo las semillas fueron sembradas con gel, en este último, la emergencia promedio se redujo en 2 días en tanto que para la semilla tratada con una solución osmótica la reducción fue de 4 días (48).

Acondicionamiento osmótico.- Esta técnica ideada por Heydecker en 1973, se basa en la hidratación controlada de la semilla a un nivel que permita que la actividad metabólica pregerminativa prosiga, pero sin promover la verdadera emergencia de la radícula, Heydecker y otros lo lograron utilizando una -

solución osmótica (20).

En la Figura 1 se muestra el efecto que ejercen diferentes concentraciones de polietilenglicol-6000 sobre el potencial osmótico de una solución a diferentes temperaturas, estimado por dos técnicas diferentes.

Los tres componentes básicos de esta técnica son, el potencial osmótico, la temperatura y la duración de los pretratamientos, en los cuales con ciertas combinaciones puede darse la germinación en la solución osmótica durante el tiempo que permanece embebida la semilla en dicha solución, sin embargo esto es poco común (20).

Para realizar un exitoso acondicionamiento osmótico se requiere lo siguiente:

- Un control preciso del suministro de agua a cada semilla para lograr y mantener el potencial hídrico deseado.
- Mantener un adecuado suministro de oxígeno para cada semilla.
- Mantener la temperatura deseada, y
- La no colonización de una hostil microflora (22).

Uno de los más importantes síntomas de la declinación del vigor de la semilla es el retraso del proceso de germinación, a menudo acompañado de una desuniforme germinación, siendo ambos aspectos atributos indeseables de las semillas (21).

Al colocar las semillas en una solución osmótica sufren -- cambios fisiológicos controlados que posteriormente provocan -- que al ser sembradas en algún medio que permita su germinación -- sus radículas emerjan rápidamente y casi en forma simultánea --

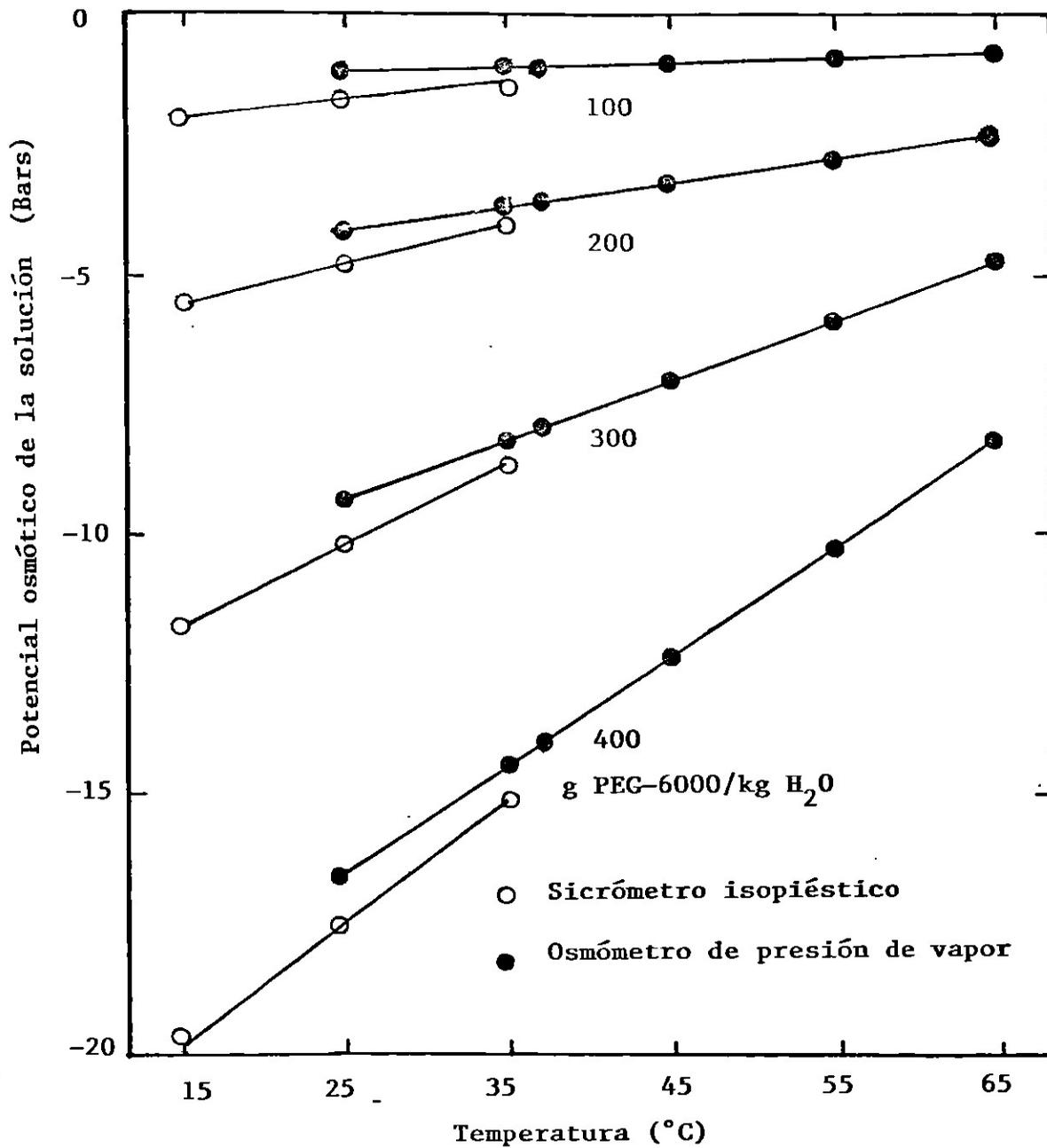


Figura 1. Efectos de la temperatura y concentración de las soluciones de PEG-6000 en el potencial osmótico, medido por dos técnicas. Michel y Kaufmann (1973); Plant Physiol. (51)914-916.

aún a bajas temperaturas (21).

Esta técnica ha tenido una implicación fisiológica fascinante y promete ser de un considerable valor en el establecimiento de cultivos en que las semillas son sembradas en el ciclo temprano (fines de invierno-principios de primavera), particularmente en suelos fríos (20).

Diversas soluciones salinas han sido usadas para aumentar el porcentaje y la uniformidad de germinación en las semillas, pero Heydecker, quién ideó la técnica del acondicionamiento osmótico en 1973 usó polietilenglicol.

Polietilenglicol.

El polietilenglicol, de distintos pesos moleculares, ha sido usado frecuentemente como un agente osmótico cuando se requiere exponer los tejidos de la planta a niveles conocidos de estrés hídrico (38).

Uno de los más utilizados por los investigadores en los estudios realizados sobre el efecto en las semillas y su posterior desarrollo ha sido el polietilenglicol-6000 (PEG-6000), que es un polímero del etilenglicol de peso molecular 6000. El cual al diluirse en agua forma una solución químicamente inerte pero osmóticamente activa (21).

Cuando la semilla es puesta en contacto con una solución acuosa de PEG-6000, la cual presenta un bajo potencial hídrico, se permite la entrada de agua a la semilla, pero cesa tan pronto como ella ha alcanzado un equilibrio con el potencial osmó-

tico de la solución. Este potencial osmótico, y por lo tanto el contenido de agua de la semilla, pueden ser ajustados a un nivel que permita a ésta proseguir los procesos preparatorios- esenciales de la germinación pero evitando la elongación celular y, en consecuencia, la emergencia de la radícula, aún después de semanas de contacto entre las semillas y la solución osmótica. Al sacar las semillas de dicha solución éstas son lavadas, secadas y almacenadas por un tiempo; al sembrarlas se reduce el tiempo requerido para la germinación y se fomenta el establecimiento uniforme de las plántulas, tales como zanahoria (Dacus carota L.) y apio (Apium graveolens L.), entre ---- otras (5,21,35).

El polietilenglicol ha sido mencionado fisiológicamente como "el más inherte" sobre otros solutos, pero polímeros con altos pesos moleculares, desde 4000 o más, los cuales pueden ser confinados a quedar fuera de los tejidos de la semilla, -- son tan viscosos que ello interfiere seriamente con la toma de oxígeno por parte de la semilla. Así, en el PEG-6000 la solubilidad del oxígeno es al 50% de la del agua mientras que la -- movilidad del oxígeno es solamente de 10%, disminuyendo la -- disponibilidad relativa de oxígeno al orden del 5%.

La ventaja de otras sales sobre el PEG-6000 es que ellas no reducen la disponibilidad de oxígeno dentro de la solución. Sin embargo hay algunas evidencias de que ciertas sales nutritivas pueden tener efectos más negativos que el PEG, por lo -- que se hace necesario un estudio más profundo del efecto de -- los pretratamientos con soluciones isotónicas (21).

Efectos sobre la semilla.

Los cambios que han sido observados durante el acondicionamiento osmótico en semillas de lechuga (Lactuca sativa L.), -soya (Glycine max) y zanahoria (Dacus carota L.) son:

- Activación de ciertas enzimas, como las esterasas y ácido fosfatasa que podrían participar en los movimientos de reservas en las semillas.
- Mejora la capacidad para la síntesis de RNA y proteínas, requeridas presumiblemente para la rápida diferenciación celular y crecimiento.
- Disminuye la conductividad de indicadores lixiviados, reparando y dando un nuevo arreglo a la estructura celular de la membrana (43).

Relaciones hídricas de la semilla en una solución osmótica.

Una semilla seca en equilibrio con el aire cuya humedad relativa sea de 50%, puede tener un potencial hídrico (ψ_w) de alrededor de -100 MPa (Megapascal) lo que origina un enorme gradiente (o diferencial) para la toma de agua cuando la semilla sea puesta en agua pura ($\psi_w=0$) o en una solución acondicionadora (ψ_w generalmente más bajo de -2 MPa).

El bajo potencial hídrico es atribuido a las fuerzas matriciales (ψ_m) resultado de las interacciones del agua interna con los constituyentes moleculares de la semilla. A medida que el potencial hídrico (ψ_w) aumenta durante la imbibición, al rango fisiológico (mayor de -8 MPa), existe una transición a mayor dependencia de la absorción de agua con respecto al po

potencial osmótico o de soluto (ψ_s), y al potencial de presión o de turgencia (ψ_p).

En la célula cuando el potencial de soluto (ψ_s) donde el metabolismo activo está ocurriendo, el componente mátrico del potencial hídrico total es insignificante y $\psi_w = \psi_s + \psi_p$.

En las semillas embebidas en agua, el flujo alcanza un equilibrio dinámico y entonces siguen cambios muy pequeños hasta justo antes de la emergencia de la radícula.

Los solutos presentes en las células reducen el potencial de soluto y proporcionan la fuerza que conduce a la absorción de agua en un rango de potencial hídrico (ψ_w) relativamente grande. La resistencia de las paredes celulares a la expansión a medida que absorbe agua, resulta en la presión de turgencia la cual aumenta el potencial de la célula y reduce la fuerza que conduce a la absorción de agua.

El crecimiento de la radícula se previene a un potencial hídrico suficientemente bajo y el contenido de agua de la semilla permanece en un equilibrio dinámico indefinido. El contenido de agua en el equilibrio alcanzado en cualquier potencial hídrico (ψ_w) depende tanto del potencial de soluto (ψ_s) y del potencial de presión (ψ_p) de las células del embrión.

En el nivel de humedad de equilibrio dinámico, en el cual no existe un movimiento neto de agua, el potencial hídrico externo ($\psi_{w_{sol.}}$) es igual al potencial hídrico de la célula ($\psi_{w_{cel.}}$) el cual es la suma del potencial de soluto ($\psi_{s_{cel.}}$) y el potencial de presión (ψ_p). En la semilla acondicionada, el

potencial osmótico ($\psi_{o_{sol}}$) del medio es puesto a un nivel su--
ficientemente bajo tal que la expansión de la radícula no pueda
ocurrir. O también se evita la expansión de la radícula contro--
lando la duración del período de acondicionamiento, de tal mane--
ra que la entrada de agua a la célula no exceda el nivel con el
que se evita el inicio irreversible del proceso germinativo.

Las semillas acondicionadas son secadas antes de la siem--
bra en la mayoría de las aplicaciones agrícolas. Sin embargo,--
a menudo, los daños resultan al ponerse en deshidratación si el
crecimiento de la radícula ha rebasado el equilibrio dinámico.
Los tratamientos de acondicionamiento efectivo son o están por--
lo tanto relacionados con el hecho de alcanzar y mantener un --
equilibrio aproximado entre el potencial hídrico de la solución
y el potencial de la célula.

A pesar de la importancia de controlar el potencial hídri--
co de la semilla y su contenido de agua durante el acondiciona--
miento existen muy pocos estudios donde se reporta dicho conte--
nido como un dato significativa. El contenido de agua del teji--
do vs. las relaciones hídricas (ψ_w) es un parámetro fundamental
para entender como los déficits de agua influyen las relaciones
fisiológicas (5).

El objetivo del acondicionamiento osmótico es el de darle--
vigor a la semilla al ser tratada en un medio osmótico para, --
de esta manera, alcanzar los siguientes resultados:

a) Aumentar, la uniformidad, velocidad y el porcentaje de--
germinación y emergencia en el campo.

b) Favorecer el buen establecimiento y desarrollo de la planta.

c) Incrementar el rendimiento final y la calidad.

Los beneficios potenciales pudieran ser poblaciones de plantas uniformes, con una floración y maduración uniforme, lo más pronto posible que plantas obtenidas a partir de semillas no acondicionadas osmóticamente (43,49).

Antecedentes de estudio.

Actualmente muchos estudios se han realizado sobre la técnica de la invigorización (favorecer el vigor de la semilla por medio de cambios fisiológicos controlados). Una de las primeras técnicas utilizadas fué la de Harrington, en 1923, (citado por Gelmond, 1978), quién tuvo por objetivo el mejoramiento de la resistencia a la sequía de plántulas de cereal. El método consistió originalmente en tres ciclo de imbibición en agua y secado, y ha sido desde entonces aplicado a muchos otros cultivos (17).

Por otra parte, en algunas especies de la familia de las Umbelíferas, se han encontrado resultados alentadores, como los obtenidos por Rennick y Tiernan, en 1978, quienes utilizando semillas de apio (Apium graveolens L.) encontraron que se aumentaba la emergencia en el invernadero en un 17% en comparación con las semillas no tratadas.

Las semillas que sufrieron un aumento en su porcentaje de emergencia fueron puestas a remojar en una solución de PEG-6000

a una temperatura de 18 °C por 14 días.

Además, se observó que el desarrollo de las plantas era más vigoroso hasta antes de la cosecha (39).

Szafirowska, et al. En 1981, encontraron que al tratar semillas de zanahoria (Dacus carota L.) en una solución osmótica (a base de PEG-6000) se adelantaba la germinación y el tiempo de emergencia en 3 distintos medios de siembra, además de que se aumentó el peso y número de raíces, el peso fresco de las hojas y el rendimiento total.

Para lo anterior utilizaron semillas de dos cultivares de zanahoria, "Nantes" y "Perfekcja" puestas a remojar en una solución de PEG-6000 por 6 días a una temperatura de 15 °C, obteniendo resultados positivos para ambos cultivares a nivel laboratorio, invernadero y campo. Siendo la emergencia menor y más lenta para este último medio (43).

En especies de la familia de las Solanáceas se ha encontrado un efecto positivo del acondicionamiento osmótico en la semilla.

Yaklich y Orzolek, en 1977, utilizando semillas de 2 cultivares de pimiento morrón (Capsicum annuum L.) encontraron que al ser acondicionada osmóticamente se elevan los porcentajes de germinación y emergencia en el laboratorio e invernadero, así como una mayor velocidad de ambas. En el campo no hubo efecto, si bien el rendimiento de uno de los cultivares (Yolo Wonder) fué significativamente más grande en la semilla vigorizada que en la no vigorizada.

Para obtener los resultados anteriores las semillas permanecieron embebidas durante 5 días en una solución de -8 bar de PEG-6000 (240 g.l^{-1} de H_2O) a 15°C (49).

Wolfe y Sims, en 1982, encontraron que se aceleraba la --- emergencia, y la maduración del fruto se daba más rápidamente - en siembras con semillas de tomate (Lycopersicon esculentum --- Mill.) puestas a remojar en una solución de -5 bar de PEG-6000- por 7 días a una temperatura de 15°C (48).

Ralph, en 1978, trabajando con semillas de col (Brassica oleracea var. capitata "Dutch Early"), observó que cuando las - semillas eran tratadas con agua caliente para combatir las in- fecciones fúngicas disminuía el porcentaje de germinación y --- emergencia, no obstante al tratar las semillas con PEG-6000 se - restauraba el porcentaje y la velocidad de germinación y emer- gencia en el laboratorio e invernadero a un nivel similar que - el de las semillas no tratadas con agua caliente.

Para lograr lo anterior, Ralph (1978), después de tratar - con agua caliente a 55°C por 30 minutos la semillas, las enfrió y secó, poniéndolas a remojar en una solución de PEG-6000 por - 14 días a 15°C (37).

Bradford, en 1986, publica los resultados obtenidos (Tabla 1) por diferentes autores de sus experimentos con semillas de - distintos cultivos, tratados con diferentes soluciones, distin- tas temperaturas y tiempo de remojo variable (5).

Heydecker, en 1975, citado por Ralph (1978), atribuye los - beneficios del tratamiento con PEG a los mecanismos de repara-

ción fisiológica. Los cuales pueden operar en semillas completamente embebidas no obstante ser semillas en latencia (37).

Duración de su efecto.

Se ha demostrado que el acondicionamiento osmótico incrementa el vigor de las semillas de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.), sin embargo, no existe información sobre la duración de su efecto o sobre las consecuencias del almacenamiento prolongado de estas semillas.

Tabla 1. Resultados obtenidos en semillas de diferentes cultivos que recibieron tratamiento en una solución osmótica.

Cultivo	Solución	T°duración (°C) (días)		Resultados
Brócoli	PEG (156-282 g.kg ⁻¹)	10,20	1-21	Redujo la germinación.
Col	PEG (250 g.kg ⁻¹)	15	---	Aceleró la emergencia, aumentó el peso fresco de la planta.
	PEG (305 g.kg ⁻¹)	15	14	Aceleró la emergencia de semillas dañadas por el calor.
Melón	KNO ₃ (0.3M)	25	6	Mejoró la germinación y la emergencia en el campo a baja temperatura.
Zanahoria	PEG (273 g.kg ⁻¹)	15	14	Aceleró la emergencia en el campo, aumentó el peso fresco de la planta.
Apio	PEG (-1.5 MPa)	15	14	Mejoró la germinación a altas temperaturas.
Lechuga	PEG (250 g.kg ⁻¹)	15	14	Aceleró la germinación a baja temperatura.
Cebolla	PEG (342 g.kg ⁻¹)	15	14	Aceleró la germinación.
	PEG (-1.1 a -1.4MPa)	10	21	Aceleró la germinación y el crecimiento de las plántulas.

Tabla 1. Continuación.-

Cultivo	Solución	T°duración (°C)(días)	Resultados
Pimiento	PEG (240 g.kg ⁻¹)	15 5	No hubo efecto.
	PEG (-0.4 a -1MPa)	20-22 6	Mejoró la germinación y emergencia, aumentó el peso fresco de la planta.
Tomate	PEG (-0.25 a -1.18MPa)	25 5-35	Aceleró la germinación.
	PEG (-0.5 MPa)	15 7	Aceleró la emergencia, maduró los frutos en forma prematura.
Sandía	KNO ₃ (0.2-0.3M)	30-35 6	Mejoró la germinación y la emergencia en el invernadero a baja temperatura

Las concentraciones de las soluciones salinas han sido convertidas cuando es posible a unidades molar. Todas las soluciones de PEG son de peso molecular 6000, y son reportadas tanto en --gramos por kilogramos de agua o en MPa (Megapascal) dependiendo de la cita original (5).

NOTA: 1 atmósfera = 0.1013 MPa.

Alvarado y Bradfor, en 1987, encontraron en un trabajo realizado en semillas de tomate, que las ventajas que confiere el acondicionamiento osmótico (alto porcentaje y velocidad de germinación) pueden ser retenidas cuando menos por 24 meses bajo un almacenamiento adecuado.

Para llegar a la conclusión anterior utilizaron soluciones de polietilenglicol y de KNO₃. La germinación y emergencia de las semillas fue evaluada en condiciones de laboratorio y campo. Se almacenaron las semillas a 10, 20, 30°C por más de un año y se evaluaron periódicamente en cuanto a su germinación. A 10 y 20°C todos los lotes mantuvieron una alta viabilidad cuando me-

nos por 18 meses. A 30°C, las semillas tratadas con PEG y las controladas no se vieron afectadas, sin embargo las tratadas con KNO_3 , sufrieron una reducción en su germinabilidad, así como en el porcentaje de plántulas normales obtenidas después de únicamente 5 meses (1).

-Fitohormonas.

La hormona se ha definido como una sustancia que se sintetiza en algún lugar del organismo y que actuando como un mensajero es transferida a otro sitio, en el cual, a bajas concentraciones, influye un fenómeno fisiológico específico. Mediante este proceso, las hormonas pueden iniciar un nuevo evento del desarrollo en el sitio de respuesta o simplemente controlar un sentido establecido.

Se podría considerar en forma elemental que los fenómenos del crecimiento y desarrollo están siendo controlados principalmente por la acción de los cinco mayores grupos de fitohormonas: auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno.

Por ser las giberelinas un producto utilizado para el pre acondicionamiento de la semilla en el presente trabajo, a continuación se mencionan algunos aspectos importantes sobre dicho grupo.

Giberelinas.

Actualmente se han identificado 52 giberelinas. Los estudios sobre su biosíntesis han sido hechos principalmente en cultivos de Giberella fujikuroi y en sistemas de células li-

bres de plantas superiores, principalmente de semillas inmaduras de diversas especies.

Las giberelinas promueven la elongación celular. Niveles endógenos de éstas se correlacionan positivamente con las tasas de elongación del tallo en ciertas plantas enanas y normales. En raíces, las giberelinas generalmente no tienen efecto o algunas veces se presentan como inhibidoras de la elongación, aunque hay unos cuantos artículos que consignan la estimulación del crecimiento radical por las mismas.

Las giberelinas pueden provocar la floración en muchas especies que requieren temperaturas frías, como son la zanahoria, la col y el nabo (18,36).

Efecto en la germinación de semillas.

Las experiencias muestran que en lo referente a germinación, lo más general es la deficiencia en giberelinas y por ello son las hormonas más utilizadas para promoverla, así como el desarrollo inicial del embrión, pero no son las hormonas limitantes en todos los casos (16).

Acido giberélico (AG_3).

Como se mencionó anteriormente existen más de 50 giberelinas, de las cuales una de las más estudiadas es el ácido giberélico (Figura 2), del cual se sabe que aumenta la velocidad de germinación, estimula el crecimiento de las plantas y hace superar el achaparramiento o enanismo de epicotilos latentes (36, 47).

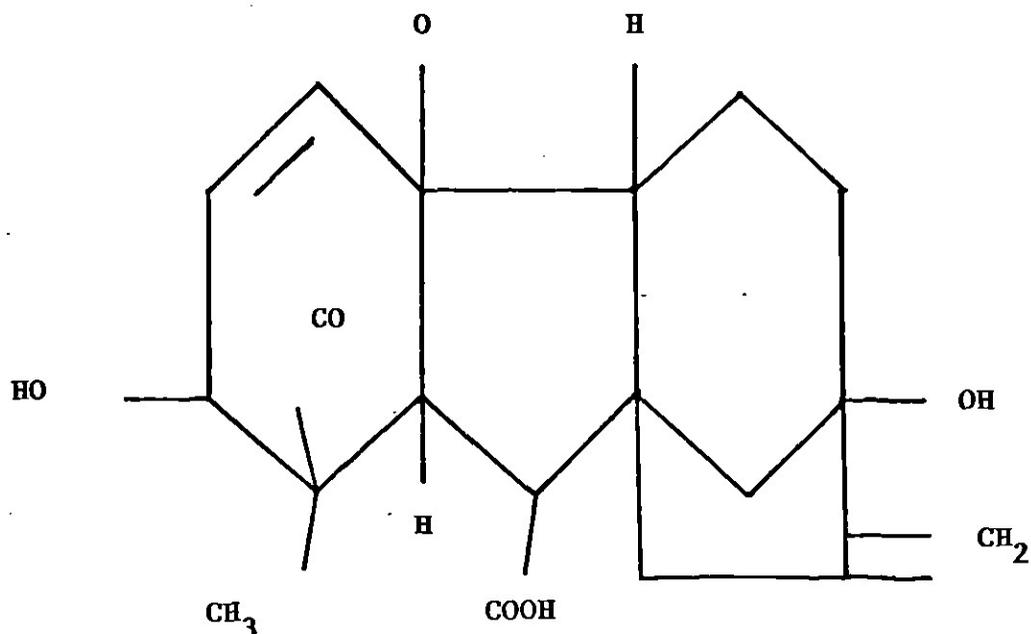


Figura 2. Estructura del ácido giberélico (42).

Si bien se ha encontrado que las giberelinas generalmente tienen poco o bien no hay efecto en la movilización de reservas alimenticias en semillas de dicotiledóneas. En monocotiledóneas se ha demostrado lo contrario.

El AG₃ puede reemplazar un factor productor de α -amilasa, en semillas de cebada, los embriones de cebada producen una giberelina natural que se traslada al interior de las capas de aleurona de los endospermas donde se produce la síntesis de enzimas. Estas enzimas incluyendo amilasas, proteasas y lipasas, descomponen rápidamente las paredes celulares de los endospermos e hidrolizan después los almidones y proteínas, liberando así los nutrientes y la energía, necesarios para el desarrollo de los embriones.

El AG₃ provoca la síntesis de α -amilasa en las células de aleurona, así la actividad enzimática resultante de las giberelinas

linas no se debe a la liberación de enzimas, sino al incremento de la actividad celular, debido a la formación de nuevas enzimas. Jacobsen y colaboradores (1970), encontraron que al añadir AG_3 a capas aisladas de aleuronas de cebada, se producían cuatro amilasas (47).

Papel del AG_3 en el acondicionamiento osmótico.

Se ha demostrado que el AG_3 puede tener un importante papel en el acondicionamiento osmótico de las semillas.

En un estudio realizado entre semillas con el control del fitocromo (lechuga y apio) y semillas sin este control (zanahoria y col) para las primeras se requirió de luz o de AG_3 para que germinaran, cuando alguno de estos dos componentes faltaba las semillas presentaban latencia. Atribuyéndose estos cambios a la forma activa del fitocromo en estas especies, o al hecho de que el AG_3 podría estar implicado en la mejora de la germinación y crecimiento por el acondicionamiento osmótico.

Las semillas de zanahoria y col (sin control del fitocromo) presentaron un exitoso acondicionamiento osmótico con y sin la presencia de luz, llegándose a la conclusión de que estas semillas no tienen un fitocromo (forma activa) o un bloqueo hormonal y con la sola hidratación se puede poner en funcionamiento la germinación y el crecimiento (43).

Concentración usual al tratar semillas.

Las semillas al ser tratadas con ácido giberélico son remojadas en una solución acuosa, siendo la gama usual de concentra-

ción de entre 100 y 500 mg.l⁻¹ (ppm). En algunos casos la remoción de las cubiertas restrictivas es necesario para que pueda penetrar el material (19).

Pruebas de germinación.

Las pruebas de germinación es uno de los medios más objetivos para producir y evaluar el potencial de germinación de una semilla. En este tipo de pruebas las semillas se colocan bajo condiciones controladas de laboratorio, consideradas como óptimas con el fin de obtener la germinación más regular, más rápida, y más completa posible (7,23).

Las condiciones necesarias para satisfacer las normas legales, así como los métodos permitidos, el substrato, la temperatura, las condiciones de iluminación y los tratamientos especiales son fijados por la I.S.T.A. (7).

Para las pruebas de germinación de semillas de chile, se recomiendan las siguiente condiciones:

Substratos: sobre papel (TP) y entre papel (EP).

Temperatura: 20-30°C

Luz: no indispensable para la germinación.

Conteos: el primer conteo se realiza a los 6 días y el conteo final a los 14 días después de haber iniciado la prueba.

Tratamiento
en caso de
posible la
tencia: luz; KNO₃ (23).

Las semillas se colocan sobre el substrato húmedo que marcan las reglas, distribuyéndolas dentro de cajas petri lleván-

dolas después a una germinadora equipada con charolas móviles - sobre las cuales se colocan las cajas.

Los conteos se realizan en los días marcados por la I.S.T. A. y en ellos se incluyen solo las plántulas normales, no así - las plántulas débiles, rotas y mal conformadas las cuales se - consideran como anormales (19,23).

III. MATERIALES Y METODOS

III.1. Localización del experimento

El experimento se realizó en el Campo Agrícola Experimental y laboratorios de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., localizada en el municipio de Marín, N.L., cuya ubicación geográfica es a los 25°53' de Latitud Norte y 100°03' de Longitud Oeste, con una elevación de 375 msnm.

El clima de la región, según la clasificación de Köppen modificada por E. García (1973), es de tipo semiárido $PS_1(h')hx'(e')$. Con temperaturas medias anuales de 22°C. En los meses más fríos (Diciembre y Enero) las temperaturas predominantes son menores de los 7°C y en los meses más calientes (Julio y Agosto) se presentan temperaturas hasta de 40°C.

La precipitación pluvial promedio anual es de 510 mm, con una máxima de 600 mm y una mínima de 200 mm, distribuyéndose principalmente entre los meses de Agosto a Octubre aunque también se presentan lluvias eventuales en los meses restantes.

En la Tabla 2 se presentan las condiciones climáticas que se registraron durante el desarrollo del experimento en el campo.

III.2. Materiales

Para llevar a cabo este experimento se hizo uso de los siguientes materiales:

Semillas de chile serrano del cultivar Tampiqueño 74. Los productos utilizados para darle el tratamiento a la semilla fueron: polietilenglicol-6000 (PEG-6000) y ácido giberélico (AG_3).

Tabla 2. Resumen de las temperaturas ambientales prevalecientes durante el desarrollo del experimento sobre el efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (Capsicum annuum L.) cv. Tampiqueño 74. Marín, N.L. 1989.

Factores*	M E S	
	Diciembre	Enero
Temperatura media máxima °C	22.5	24
Temperatura media mínima °C	6.6	9
Temperatura media mensual °C	14.5	16.5
Temperatura extrema mínima °C	-1	0
Temperatura extrema máxima °C	31	37

*Fuente: Estación climatológica de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. en Marín, N.L.

Los materiales utilizados en el laboratorio para complementar el acondicionamiento osmótico de la semilla fueron: báscula analítica para el pesado del producto, además: matraces, pipetas, cajas de petri, papel secante, papel filtro, agua destilada, hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2%, (todo el material anteriormente mencionado fue esterilizado en la autoclave a una presión de 2.0 kg.cm^{-2} durante 50 minutos), mecheros de Bunsen, alcohol, papel vitafilm, cámara de transferencias, cámara incubadora y termómetro de máximas y mínimas.

Para el análisis de la semilla en el laboratorio se utilizaron: cámara de germinación, charolas de lámina, termómetro de máximas y mínimas, fungicida Captan y cajas de petri.

En las pruebas de campo se utilizaron en la construcción de los almácigos, arena, tierra y estiércol en iguales propor-

ciones; además, criba, pala, carretilla, fungicidas y plástico.

III.3. Métodos

El desarrollo de este trabajo se dividió en dos etapas, - la primera etapa consistió en darle el acondicionamiento osmótico a los tratamientos así especificados, guardando posteriormente las semillas tratadas para su análisis.

La segunda etapa consistió en efectuar 2 experimentos que incluyeron en conjunto 4 distintas pruebas a las semillas.

A continuación se menciona la metodología utilizada para la realización de este trabajo.

Como se mencionó anteriormente la segunda etapa se dividió en dos experimentos, en los cuales se utilizó el mismo procedimiento, la única diferencia fue que en el experimento 1 -- las pruebas de germinación se efectuaron en cajas de petri, a nivel de laboratorio y en el experimento 2 las pruebas se realizaron a nivel de campo (en almácigos). En la Figura 3 se -- ilustra por medio de un diagrama de flujo el procedimiento general utilizado en ambos experimentos.

Los dos experimentos se efectuaron con semillas del cv. - Tampiqueño 74. La semilla fue obtenida en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., por el Proyecto de Hortalizas en el ciclo primavera-verano de 1988.

Algunas de las características de la semilla del cv. Tampiqueño 74 son: la testa es de un color blanco-amarillenta presenta una forma reniforme, el tamaño va de 2 a 3 mm, y el número

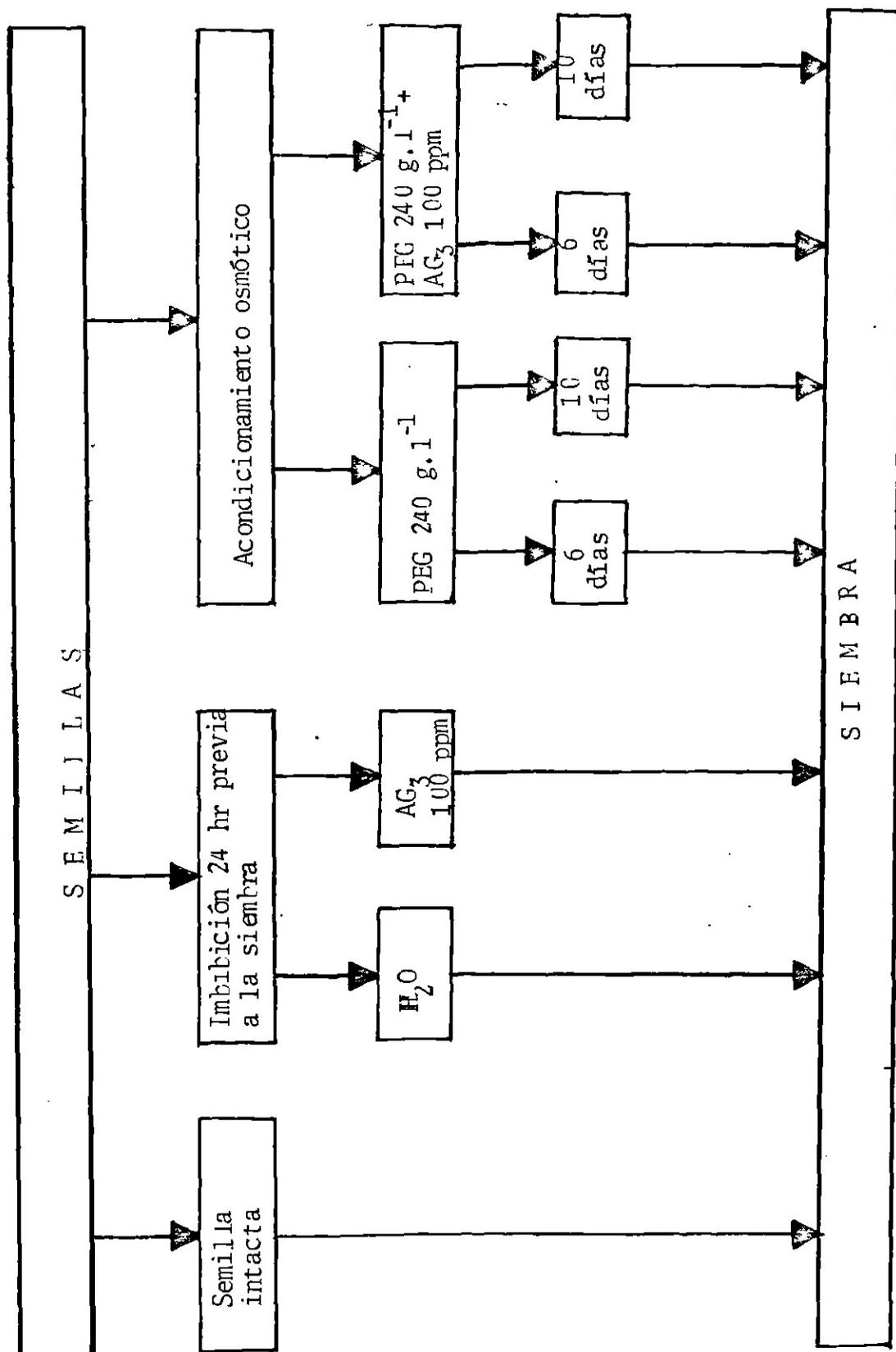


Figura 3. Procedimiento utilizado en los experimentos 1 (laboratorio) y 2 (almácigo) para la administración de los tratamientos y su siembra.

ro de semillas por gramo se encuentra en alrededor 270.

El polietilenglicol tiene la característica de presentar distintos pesos moleculares, en el presente trabajo se utilizó el polietilenglicol de peso molecular 6000 (PEG-6000) el cual presenta las siguientes propiedades; es una sal de color blanco que cuando es usada a una concentración de 240 g.l^{-1} forma una solución que al ser sujeta a una temperatura de 15°C --- crea una tensión osmótica de -8.6 bar .

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

- T1: Testigo, siembra de la semilla sin tratamiento previo.
- T2: Siembra de semillas previamente embebidas por 24 hr en agua a 25°C .
- T3: Siembra de semillas previamente embebidas por 24 hr en una solución de AG_3 diluido en agua a una concentración de 100 ppm a 25°C .
- T4: Siembra de semillas embebidas por 6 días en PEG-6000 (240 g.l^{-1}) a 15°C .
- T5: Siembra de semillas embebidas por 10 días en PEG-6000 (240 g.l^{-1}) a 15°C .
- T6: Siembra de semillas embebidas por 6 días en PEG-6000 (240 g.l^{-1}) + AG_3 (100 ppm) a 15°C .
- T7: Siembra de semillas embebidas por 10 días en PEG-6000 (240 g.l^{-1}) + AG_3 (100 ppm) a 15°C .

Diseño experimental.

En cada uno de los experimentos, los siete tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro

repeticiones originándose como consecuencia 28 U.E., para cada experimento.

El modelo estadístico utilizado es:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la variable bajo estudio.

M = es la media general.

T_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento.

E_{ij} = es el error aleatorio asociado a la ij -ésima U.E.

El juego de hipótesis a probar es el siguiente:

H_0 : No existe evidencia de diferencia entre los tratamientos - probados sobre la variable en estudio.

vs.

H_a : Existe evidencia de que al menos un tratamiento es diferente a los demás, para la variable en estudio.

La regla de decisión a utilizar es la siguiente:

- a) Si F calculada $\leq F$ tabulada, no se rechaza H_0 y se concluye que no existe evidencia de diferencia entre los tratamientos.
- b) Si F calculada $> F$ tabulada, se rechaza H_0 y se concluye que existe evidencia de diferencia entre los tratamientos.

III.4. Procedimiento para aplicar los tratamientos

-Acondicionamiento con soluciones osmóticas.

Para los tratamientos de acondicionamiento osmótico se --

procedió rigurosamente a trabajar en un medio estéril, para --- ello se trabajó en una cámara de transferencia con material previamente esterilizado en la autoclave, la metodología fue la siguiente:

Se colocaron lotes de 100 semillas dentro de una canasti--lla de tela metálica y se sumergieron dentro de una solución de Hipoclorito de Sodio al 2% por 3 minutos. Cada lote se extrajo, y lavó en agua, se dejó escurrir y con un papel secante se les-eliminó el agua adherida. Una vez secas, las semillas fueron -colocadas entre dos discos de papel filtro (Whatman cualitativo No. 1) dentro de una caja de petri. A ésta se les añadió 10 ml de la solución osmótica con la concentración del tratamiento --respectivo (T4, T5, T6, T7).

Una vez administrados los tratamientos, las cajas de petri fueron envueltas con un material plástico autoadherible (Vita--film) el cual se selló perfectamente para evitar la evaporación. Posteriormente los lotes se colocaron en una cámara incubadora- y permanecieron allí durante el período correspondiente según -el tratamiento, al término del cual las cajas fueron nuevamente abiertas, drenadas y la semilla fue lavada en agua corriente durante 30 segundos, en seguida fue puesta en papel secante para-eliminar el agua adherida. Se almacenaron los lotes en sobres- de papel glicine, por alrededor de 3 semanas hasta el momento -de la siembra de la primera prueba, continuando almacenados el- resto hasta la realización de cada una de las pruebas subsecuentes.

-Imbibición en soluciones de AG_3 y en agua.

Se colocó la semilla en una caja de petri entre dos discos de papel de filtro (Whatman cualitativo No. 1). Se añadieron con una pipeta 10 ml de la solución AG_3 ó agua con la concentración del tratamiento respectivo, (T3 y T2). Después de 24 hr de embeberse, las semillas fueron sembradas en su prueba correspondiente (Laboratorio ó almácigo).

III.5. Técnicas de siembra

Experimento 1.

Se realizaron dos pruebas, una llamada "estandar" por la I.S.T.A. y la otra que consiste en una modificación de ésta -- que para fines del presente trabajo se le denominará en lo siguiente "prueba fría" ya que la modificación consiste en realizar la prueba a $12^{\circ}C$ en vez de $25^{\circ}C$ como se indica para la estandar.

La prueba fría tuvo una duración de 26 días, en tanto que la prueba estandar 14 días.

En ambas pruebas la siembra se realizó de la siguiente manera:

En cada caja petri se colocaron cien semillas a las cuales previamente se les aplicó el tratamiento respectivo. Estas fueron colocadas entre dos discos de papel absorbente el cual se humedeció con 10 ml de una solución de agua con un fungicida disuelto (Captan 50, 1.0 g.l^{-1}). Las cajas fueron identificadas y distribuidas aleatoriamente en charolas, introdu-

ciéndolas en una cámara germinadora para cada prueba. Las temperaturas durante la prueba estandar fueron de 23 a 28°C, y -- las de la prueba fría de 4 a 16°C.

Experimento 2.

En el campo se realizaron dos pruebas, una en cama fría - (cubierta con tunel de polietileno) la cual tuvo una duración- de 27 días y otra en cama expuesta al ambiente con una dura--- ción de 31 días, ambas a partir de la siembra.

En ambas pruebas la siembra se realizó de la siguiente ma nera:

Una vez construidos los almácigos se procedió a su nivela ción. Se aplicó furacán granulado 5G. ($20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$) para preve-- nir plagas del suelo. Para una mayor efectividad del pestici-- da se tapó con una capa del mismo y se hicieron surquitos trans versales al almácigo. Se depositaron cien semillas en cada -- surco espaciadas a 10 cm, entre ellos y sembrando a una profun didad de 1.5 cm, formándose un total de 30 surquitos para cada prueba, posteriormente se aplicó un riego pesado, cubriendo -- con plástico en forma de tunel la prueba en cama fría.

Ambos almácigos tenían las siguientes dimensiones:

1 m de ancho x 4 m de largo, con una profundidad de 15 cm, utilizándose para su formación una mezcla de arena, tierra y - estiércol en iguales proporciones.

Durante el tiempo en que se hicieron los conteos de las - plantas emergidas, se le dieron 5 riegos a la prueba en cama -

expuesta al ambiente y 3 a la prueba en cama fría. Además se le dieron aplicaciones de los siguientes fungicidas a las plantas emergidas; Alliette 2.0 g.l^{-1} , Bavistin 1.0 g.l^{-1} y Captan 1.0 g.l^{-1} . Estas se hicieron con el fin de prevenir el ataque de Damping-off, que es un complejo de hongos.

III.6. Variables evaluadas

Experimento 1 (laboratorio).

a) Porcentaje de germinación; el porcentaje de germinación es el número de semillas germinadas de un total de 100 semillas sembradas.

Para esta variable se realizaron dos conteos. Un primer conteo que consistió en la suma de las plántulas germinadas a los 9 días y un conteo final que comprendió la sumatoria de las plántulas germinadas a los 14 días. Este último conteo fué obligatorio como lo marcan las reglas internacionales para ensayos de semillas.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó la siguiente transformación para ambos conteos:

$$\text{Transformación} = \text{Arco Seno} \sqrt{\frac{\# \text{ de semillas germinadas}}{100}}$$

b) Días a germinación (DG). Es el número de días promedio que tarda en germinar un lote de semillas.

Para la evaluación de esta variable se utilizaron los resultados obtenidos en los conteos diarios del porcentaje de

germinación, a los cuales se les aplicó la siguiente fórmula para obtener DG:

$$D G = \frac{\sum P_i N_i}{\sum P_i}$$

$i = 1, 2, \dots, n$

Donde:

P_i = número de plántulas normales que aparecieron en el i -ésimo día después de iniciada la prueba.

N_i = días transcurridos después de iniciada la prueba.

Experimento 2 (campo).

a) Porcentaje de emergencia. El porcentaje de emergencia es el número de semillas emergidas de un total de 100 semillas sembradas. Se estimó en dos fechas para cada prueba.

Para la prueba en cama expuesta al ambiente el primer conteo consistió en contar las plántulas emergidas que presentaran dos hojas verdaderas, se realizó a los 21 días después de haber sembrado y el conteo final se efectuó a los 31 días.

Para la prueba en cama fría (con túnel de plástico) el primer conteo se realizó a los 16 días y el conteo final a los 27 días después de haber sembrado.

Para ambas pruebas, con los datos obtenidos en los conteos se realizó la siguiente transformación para su posterior análisis estadístico:

$$\text{Transformación} = \text{Arco Seno} \sqrt{\frac{\# \text{ de plantas emergidas}}{100}}$$

IV. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en ba se al análisis estadístico de cada una de las variables, encontrándose el resumen de los análisis de varianza en la Tabla 3 y el de las comparaciones de medias por el método de Diferencia - Mínima Significativa (DMS) en la Tabla 4.

Prueba de germinación estandar.

-Primer conteo de germinación.

Los resultados de esta prueba fueron sometidos a la transformación $\text{ARCO SENO} = \sqrt{\# \text{ de semillas germinadas}/100}$ encontrándose en el análisis de varianza (Tabla 3) un efecto de tratamientos altamente significativo ($\alpha=0.01$).

La comparación de medias (Tabla 4) realizada mediante la prueba de DMS, así como la Figura 4 muestran que el tratamiento 5 manifestó la más alta germinación inicial y fue estadísticamente igual a los tratamientos 7 y 4 ($\alpha=0.01$).

El tratamiento 1 fue el que manifestó la más baja germinación inicial, siendo estadísticamente similar a los tratamientos 2, 3, 6 y 4 ($\alpha=0.01$).

Como puede observarse en la Figura 4 los tratamientos a ba se de PEG a 15°C por 10 días (T5 y T7) sin y con AG_3 respectivamente mostraron los mayores porcentajes al primer conteo pues - en tanto que el T5 había alcanzado ya un 43.75% de germinación - y el T7 un 31%, el testigo (T1) solamente presentaba un 1.50% - de germinación, por lo que para esta variable los tratamientos-

Tabla 3. Resumen de análisis de varianza para las variables estudiadas en un experimento sobre el efecto del acondicionamiento osmótico y las giterclinas en semillas de chile serrano (Capsicum annuum L.) cv. Tampiqueño 74 . Marín, N.L. 1989.

F.V.	g.J.	V A R I A B L E S		M E D I O S
		C U A D R A D O S	M E D I O S	
		Prueba de germinación estándar	Prueba en cama fría	
		ler. conteo % de germinación final	ler. conteo % de emergencia final	
Tratamiento	6	601.271**	21.134 ^{NS}	3.308**
Error	21	133.500	34.236	0.754
Total	27	237.449	31.324	1.321
Coeficiente de variación (%)		53.761	9.533	7.585
			10.207	8.804

Niveles de significancia estadística:

- N.S. = Efecto no significativo
- * = Efecto Significativo ($\alpha=0.05$)
- ** = Efecto altamente significativo ($\alpha=0.01$)

Tabla 3. Continuación.

F.V.	g.l.	Prueba fría		Prueba en cama expuesta al ambiente		
		ler. conteo de germinación final	% de germinación final	ler. conteo de emergencia	% de emergencia final	
		C U A D R A D O S	D I A S p r o m e d i o a g e r m i n a c i ó n	M E D I O S	D I O S	
Tratamiento	6	276.230**	10.205 ^{NS}	8.940 ^{**}	6.394 ^{NS}	21.248 ^{NS}
Error	21	23.589	6.688	0.320	35.143	24.426
Total	27	79.731	7.470	2.235	28.754	23.720
Coeficiente de variación(%)		8.900	4.037	2.804	10.002	7.707

Tabla 4. Resumen de comparaciones de medias por la prueba DMS para las variables bajo estudio en un experimento sobre el efecto del acondicionamiento osmótico y las gibberelinas en semillas de chile serrano (Capsicum annuum L.) cv. Tampiqueño 74. Mañrín, N.L. 1989.

Prueba de Germinación Estandar					
Tratamiento	ler. conteo de germinación		Días promedio a germinación	\bar{x}	DMS= 1.738
	Transf.	Real			
5	41.40	43.75	a	9.97	a
7	33.41	31.00	a b	10.66	a b
4	21.57	18.50	a b c	11.37	a b c
6	18.09	12.75	b c	11.42	a b c
3	16.35	8.25	b c	11.98	b c
2	14.50	6.50	b c	12.05	b c
1	4.98	1.50	c	12.67	c

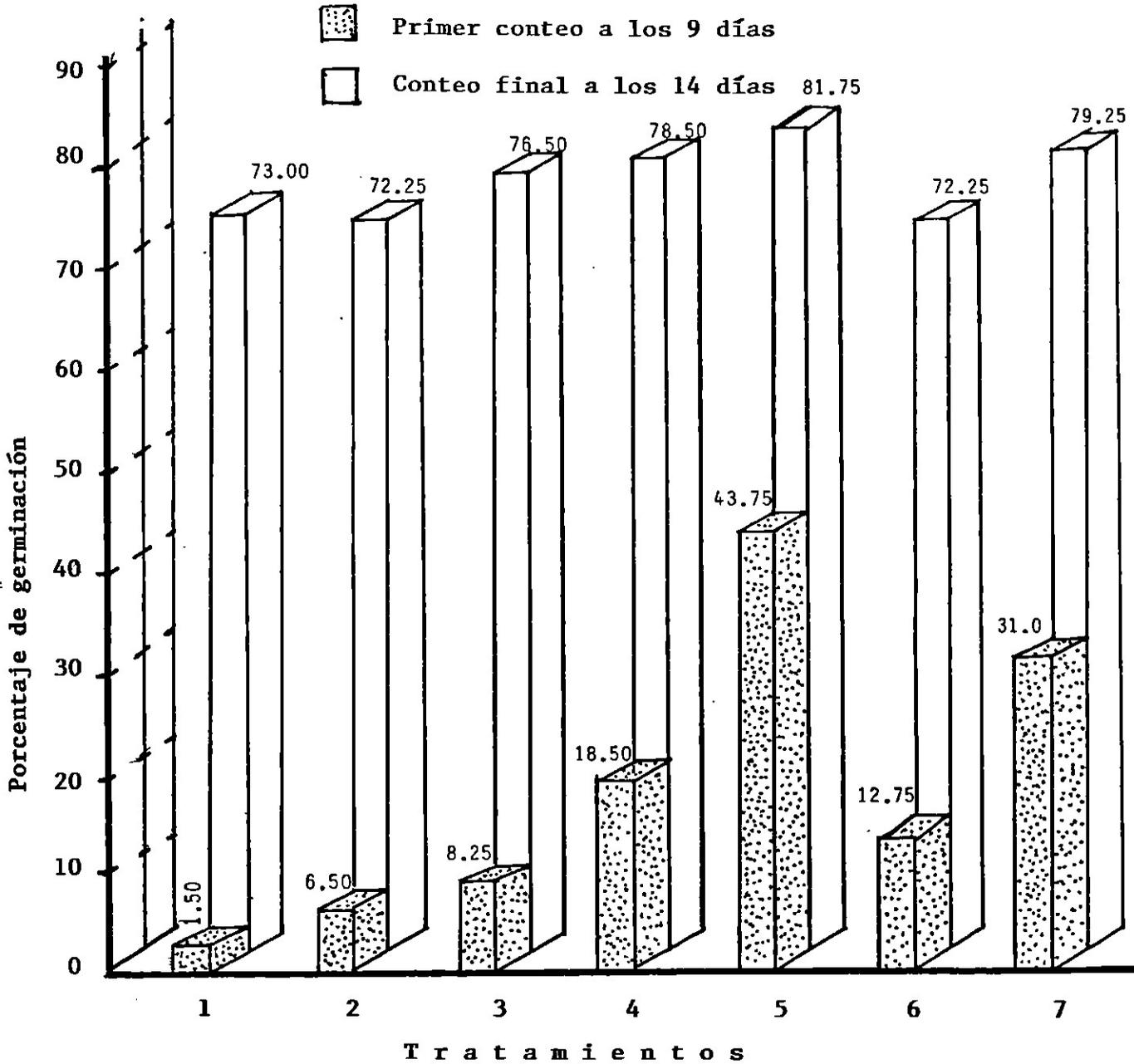


Figura 4. Porcentaje de plántulas normales obtenidas en la prueba estandar del experimento sobre acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (*Capsicum annum* L.) cv. Tampiqueño 74.

a base de PEG puestos a embeberse durante 10 días presentaron un más alto porcentaje de germinación inicial y una mayor velocidad de germinación en forma general, lo cual se ve claramente en la Figura 6.

-Porcentaje de germinación final.

Los resultados obtenidos en esta variable fueron sometidos a la misma transformación que se utilizó en la variable de primer conteo de germinación, posteriormente se realizó el análisis de varianza (Tabla 3). Se encontró que no hubo evidencia que determinara diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo que no se realizó la comparación de medias.

Sin embargo, como se puede apreciar en la Figura 4, los tratamientos 5 y 7 a base de PEG (sin y con AG_3 respectivamente) puestos a embeberse por 10 días, mostraron los mayores porcentajes de germinación con 81.75 y 79.25% respectivamente, seguidos por el T4 (a base de PEG, en donde las semillas fueron puestas a embeberse por 6 días) con un 78.50% de plántulas normales, quedando en los tres últimos lugares, el testigo (T1) con un 73% de germinación, y los tratamientos 2 y 6 (remojo en agua por 24 hr y semillas embebidas en $PEG+AG_3$ por 6 días, respectivamente) ambos con 72.25% de plántulas normales germinadas.

-Días promedio a germinación.

Los resultados obtenidos para esta variable fueron analizados y mostraron un efecto de tratamientos altamente significativo ($\alpha=0.01$) en el análisis de varianza (Tabla 3) por lo que se

procedió a realizar la comparación de medias por el método de DMS (Tabla 4).

Se encontró que, como lo muestra la Figura 5, el tratamiento 5 alcanzó la más rápida germinación y fue estadísticamente diferente a los tratamientos 1,2,3,4 y 6. Pero estadísticamente igual al T7.

En forma general se puede apreciar en la Figura 6 que los tratamientos 5 y 7 a base de PEG (sin y con AG_3 respectivamente) en donde la semilla fue puesta a embeberse por 10 días, presentaron una germinación más rápida, siguiéndole los tratamientos 4 y 6 a base de PEG (sin y con AG_3 respectivamente) en donde las semillas fueron puestas a embeberse por 6 días, y por último los tratamientos 1,2 y 3 que fueron los más lentos en su germinación.

Prueba de cama fría.

-Primer conteo de emergencia.

Los resultados obtenidos en esta variable fueron sometidos a la transformación $ARCO\ SENO = \sqrt{\# \text{ de plantas emergidas}/100}$, no encontrándose efecto estadísticamente significativo al realizar el análisis de varianza (Tabla 3). Por lo anterior no se realizó la comparación de medias.

En cuanto a los porcentajes de emergencia, el valor más alto correspondió como lo muestra la Figura 7 al T2 (remojo en agua por 24 hr) con 77.25% de emergencia, siguiendo en orden descendente los tratamientos 3,6,5,4,7 y 1.

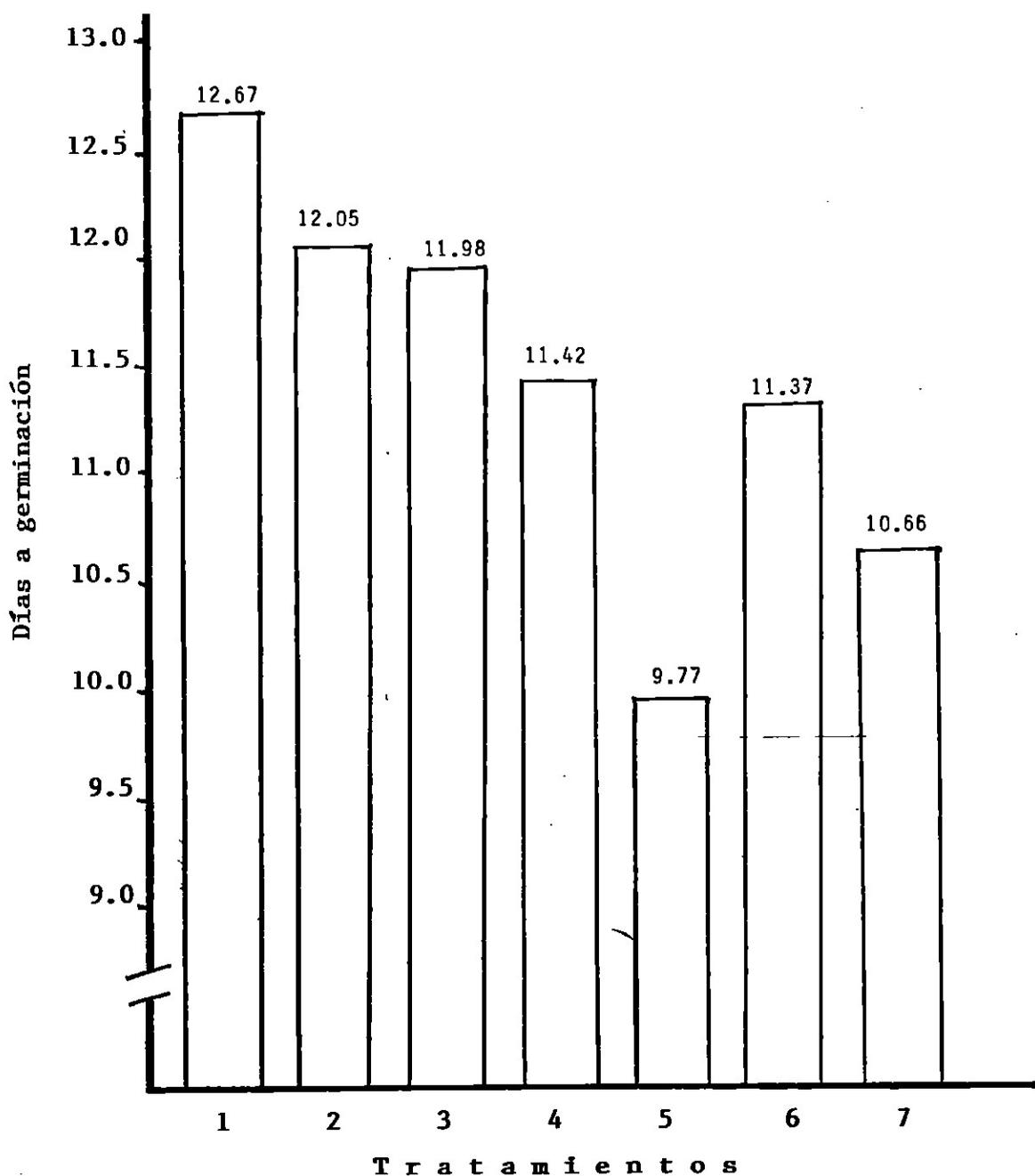


Figura 5. Días promedio a germinación de una prueba estandar - en el experimento sobre acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (Capsicum annuum L.) cv. Tampiqueño 74.

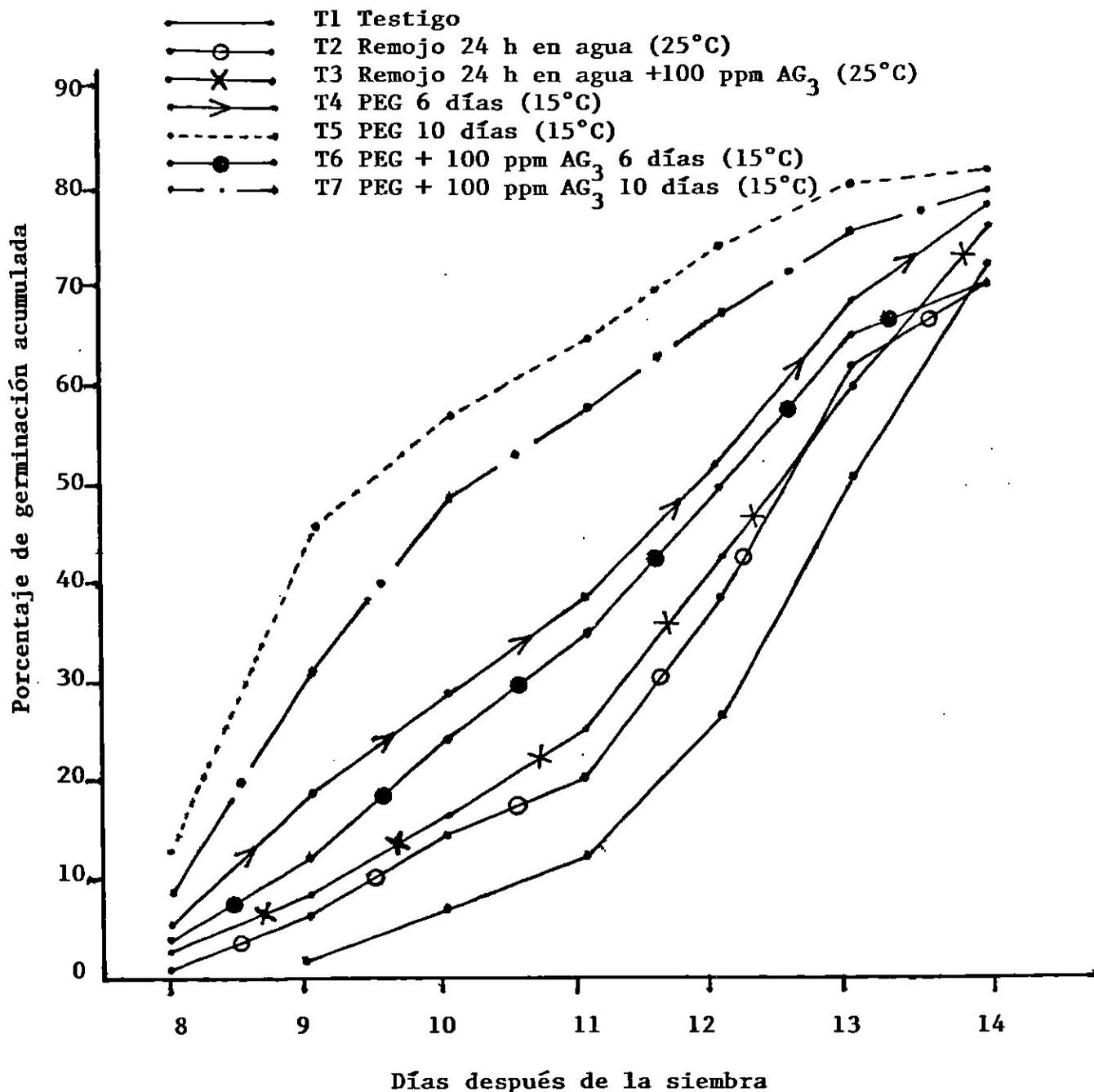


Figura 6. Porcentaje de germinación acumulada diaria en una prueba de germinación estandar del experimento sobre acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (*Capsicum annum* L.) cv. Tampiqueño 74.

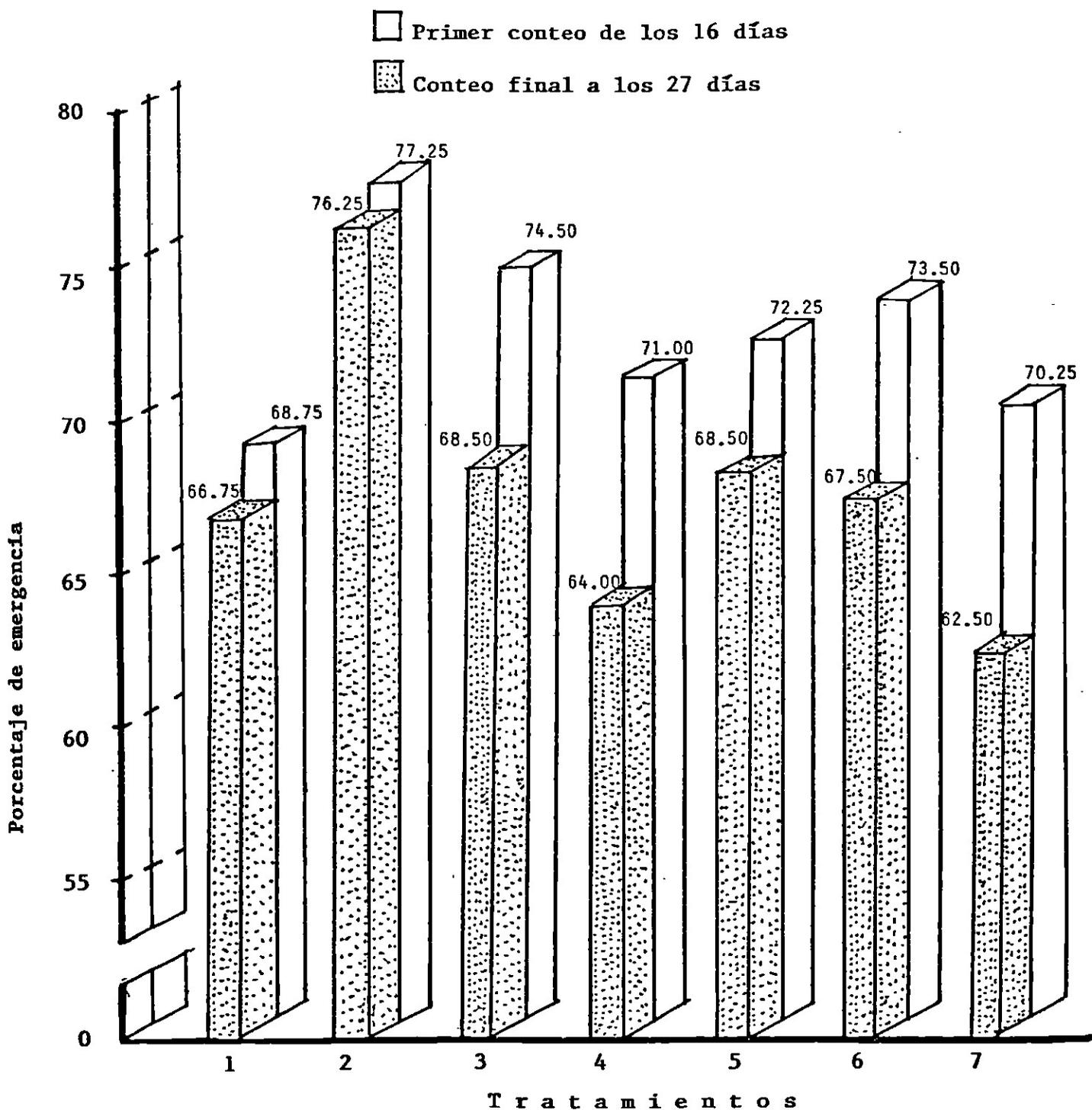


Figura 7. Porcentaje de plántulas normales de la prueba en cama fría del experimento sobre acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano --- (*Capsicum annum* L.) cv. Tampiqueño 74.

-Porcentaje de emergencia final.

Los resultados obtenidos para esta variable fueron sometidos a la misma transformación que se utilizó en el primer conteo de emergencia, encontrando en su análisis de varianza (Tabla 3) que no hubo evidencia estadística que revelara efecto significativo de los tratamientos sobre ésta variable. Por lo anterior no se realizó la comparación de medias.

En forma general, el mayor porcentaje de emergencia se obtuvo con el T2, en donde, como se muestra en la Figura 7, emergió un 76.25% de plantas normales, siguiendo después en orden descendente el T5 (semillas embebidas en PEG por 10 días) y el T3 (remojo en agua+AG₃ por 24 hr), ambos con un 68.50% de plantas emergidas. El T1 resultó con un 66.75% y el T7 con un 62.50% de emergencia.

Prueba fría.

-Primer conteo de germinación.

Los datos obtenidos en esta variable fueron sometidos a la transformación $ARCO \text{ SENO} = \sqrt{\# \text{ de semillas germinadas}/100}$ encontrándose en el análisis de varianza (Tabla 3) un efecto de tratamientos altamente significativos ($\alpha=0.01$).

La comparación de medias (Tabla 4) realizada mediante la prueba de DMS, así como la Figura 8, muestran que el T7 (semillas embebidas en PEG+AG₃ por 10 días) manifestó la más alta germinación inicial (78%) y fué estadísticamente igual a los tratamientos 4, 6, 3 y 5. El tratamiento 1 fué el que manifestó la más baja germinación inicial, siguiéndole en orden ascendente el T2.

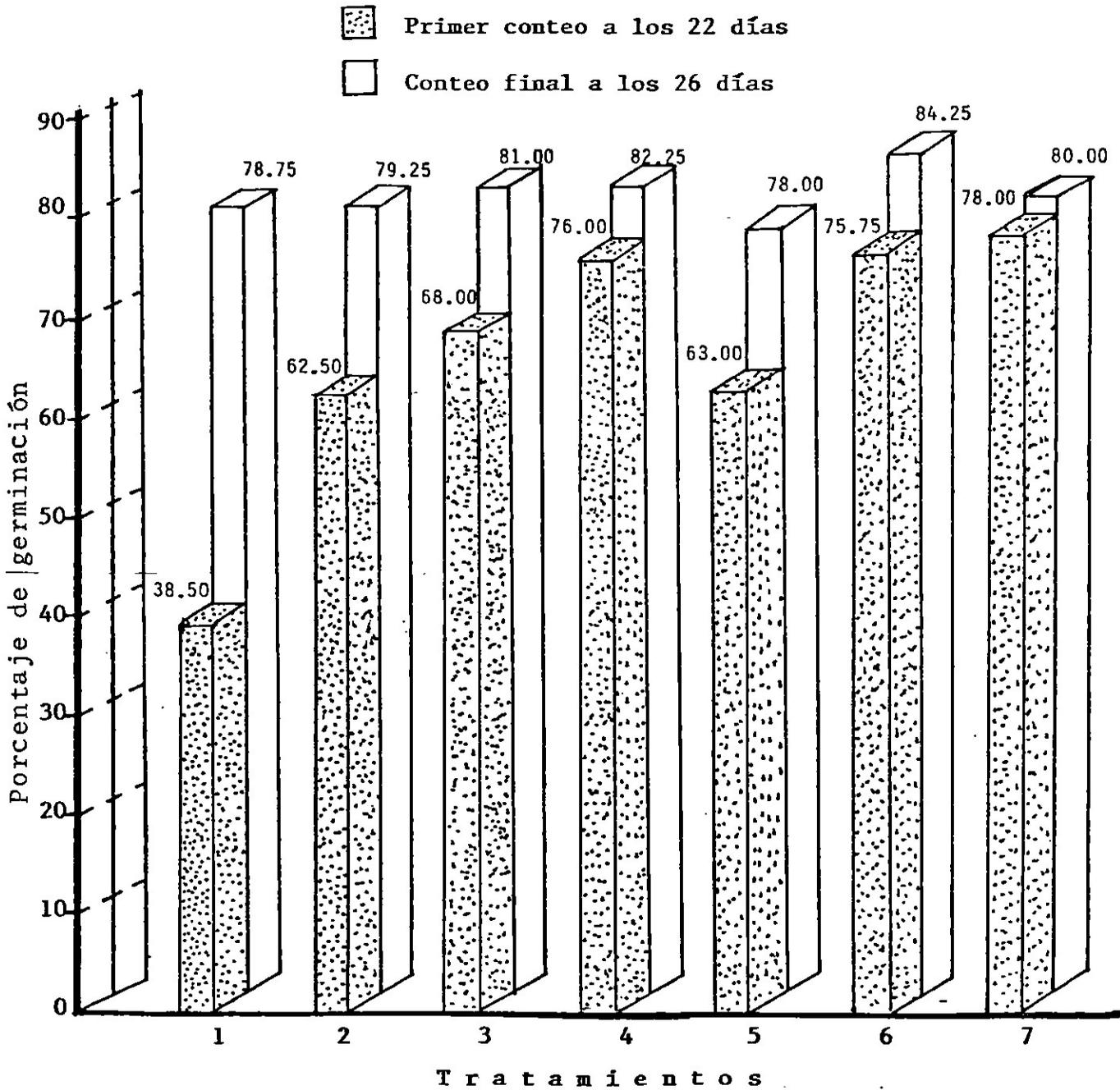


Figura 8. Porcentaje de plántulas normales de la prueba fría - del experimento sobre acondicionamiento osmótico y - las giberelinas en semillas de chile serrano (Capsicum annuum L.) cv. Tampiqueño 74.

En general, los tratamientos a base de PEG (T4, T5, T6 y T7) fueron los que alcanzaron los más altos porcentajes de germinación, superando por mucho al T1 (38.50%) y por un margen regular a los tratamientos 2 y 3 (62.50 y 68% respectivamente).

-Porcentaje de germinación final.

Los datos obtenidos en esta variable fueron sometidos a la misma transformación que se realizó en la variable de primer conteo de germinación, no encontrándose evidencia estadística que revelara efecto significativo de los tratamientos sobre esta variable al realizarse el análisis de varianza (Tabla 3).

No obstante lo anterior, en la Figura 8 se puede apreciar cierta tendencia de los tratamientos 6 y 4 (semillas embebidas en PEG+AG₃ por 6 días y semillas embebidas en PEG por 6 días) a mostrar al final los mayores porcentajes de germinación con un 84.25% y 82.25% respectivamente, siguiéndoles en orden descendente el T3 (remojo en agua por 24 hr) con un 81% y el T7 con un 80% de germinación.

Los tratamientos 1 y 5 (testigo y semillas embebidas en PEG por 10 días) presentaron los porcentajes de germinación más bajos con 78.75% y 78% respectivamente.

-Días promedio a germinación.

Los resultados obtenidos en esta variable mostraron un efecto de tratamientos altamente significativo ($\alpha=0.01$) en el análisis de varianza (Tabla 3) por lo que se procedió a realizar la comparación de medias por el método de DMS (Tabla 4) la-

que nos muestra, al igual que la Figura 9, que el tratamiento 7 alcanzó la más rápida germinación, siguiéndole en forma ascendente el T4 el cual es estadísticamente similar a los tratamientos 5 y 6. En contraste el tratamiento 1 fué el más lento en su germinación.

En forma general, como se puede apreciar en la Figura 10, los tratamientos a Base de PEG (T4, T5, T6 y T7) fueron los que presentaron una mayor velocidad en su germinación.

Prueba en cama expuesta al ambiente.

-Primer conteo de emergencia.

Los datos obtenidos para esta variable fueron sometidos a la transformación $ARCO\ SENO = \sqrt{\# \text{ de plantas emergidas}/100}$ no encontrándose evidencia estadística que revelara efecto significativo de los tratamientos sobre esta variable (Tabla 3). Sin embargo ya existe tendencia (Figura 11) a mostrar una mayor emergencia por parte del T6 (semillas embebidas en PEG+AG₃ por 6 días) siguiéndole en forma ascendente los tratamientos 1,4,2, 7,5 y 3.

-Porcentaje de emergencia final.

Los datos obtenidos en esta variable fueron sometidos a la misma transformación que para la variable del primer conteo de emergencia encontrándose que no hubo evidencia estadística que revelara efecto significativo de los tratamientos evaluados sobre esta variable (Tabla 3).

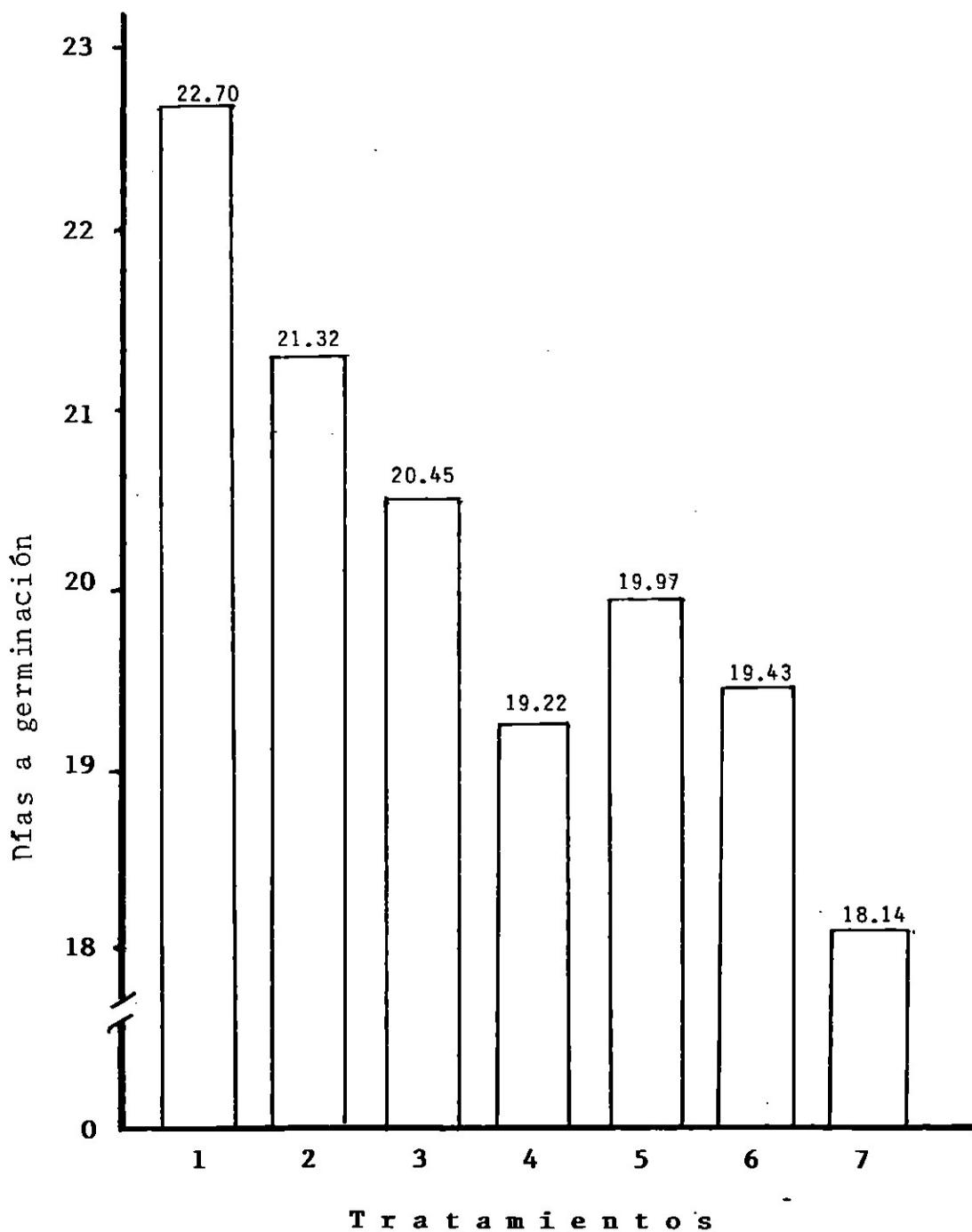


Figura 9. Días promedio a germinación de la prueba fría en un experimento sobre acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (Capsicum annuum L.) cv. Tampiqueño 74.

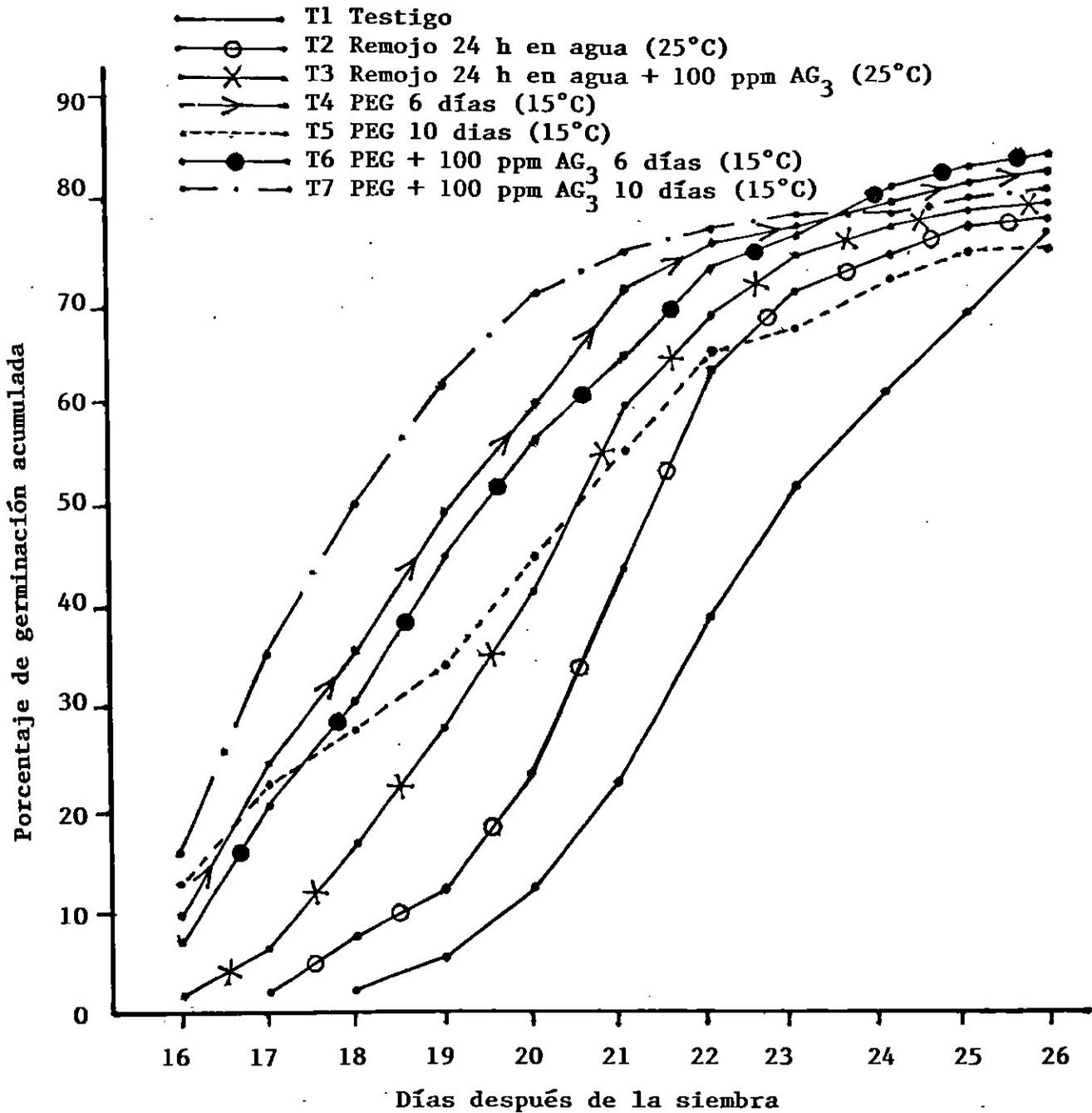


Figura 10. Porcentaje de germinación acumulada diario en una prueba fría a 12°C del experimento sobre acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) cv. Tampiqueño - 74.

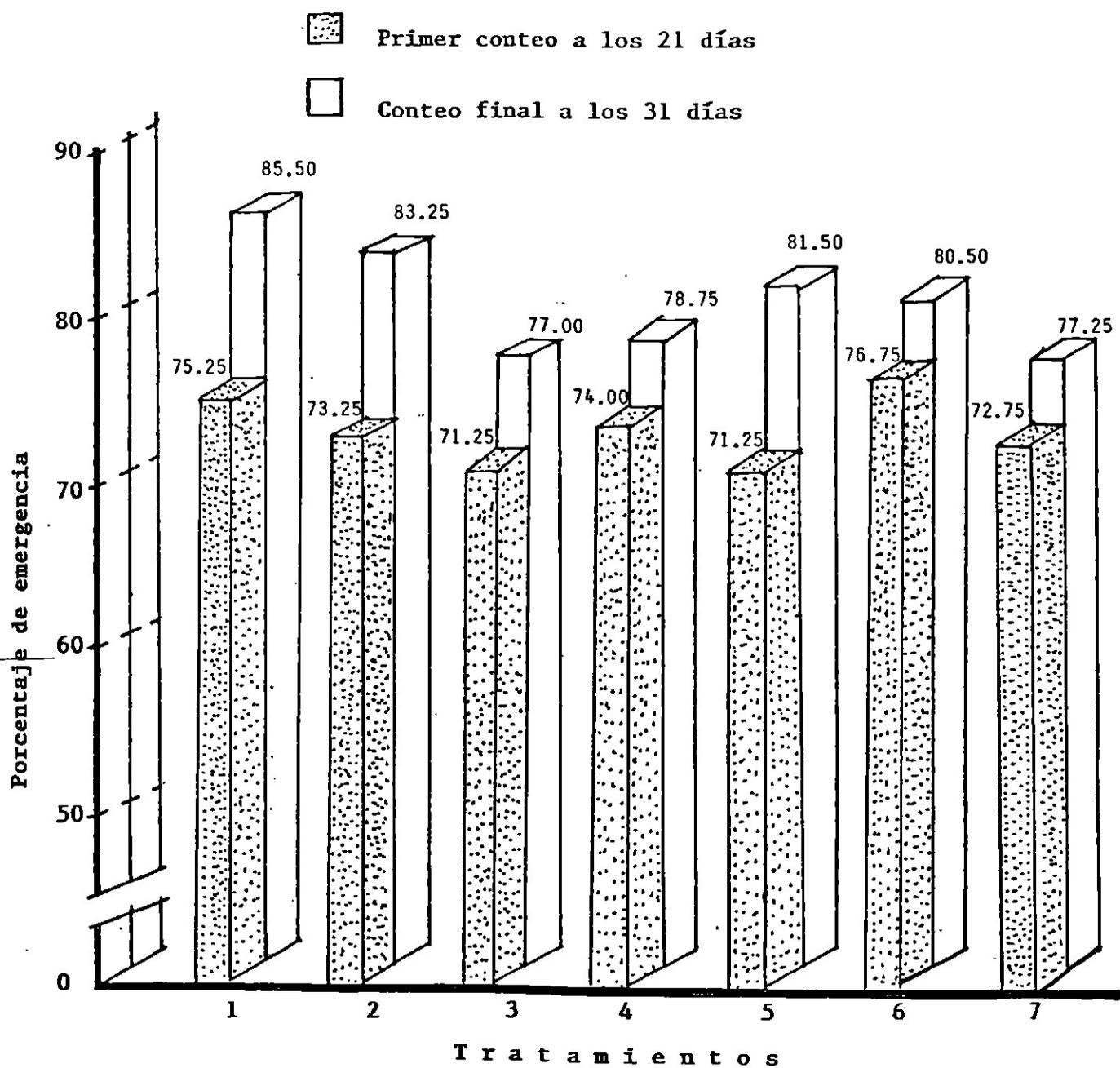


Figura 11. Porcentaje de plántulas normales de la prueba en cama expuesta al ambiente del experimento sobre acondicionamiento osmótico y las giberelinas en semillas de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) cv. Tampiqueño 74.

La mayor emergencia final como se muestra en la Figura 11 se obtuvo con el T1 seguido muy de cerca por los tratamientos- 2,5 y 6, quedando en último lugar el tratamiento 3.

V. DISCUSION

Como resultado de las observaciones ya presentadas, se manifestaron algunos comportamientos que a continuación se discuten.

Primero, se ha de señalar que en las pruebas de campo no se manifestaron diferencias entre los tratamientos en los porcentajes de emergencia al inicio o durante las pruebas, lo cual hace suponer que es verdad lo mencionado por Szafirowska (43) - quien atribuye el no efecto en el campo y sí en el laboratorio a las diferencias del potencial hídrico del suelo y al remojo del papel filtro.

Por otra parte y posiblemente el factor que más influyó para que no se manifestaran diferencias en el campo fueron las temperaturas, las cuales a pesar de ser la siembra en invierno, fueron relativamente altas, impidiendo que se manifestara el efecto de los tratamientos, sobre todo aquellos a base de PEG-6000 que en laboratorio mostraron efecto positivo sobre el porcentaje y velocidad de germinación principalmente en condiciones de baja temperatura.

No obstante lo anterior, se encontró en una de las pruebas de campo (expuesta al ambiente) que el porcentaje de emergencia inicial fue ligeramente mayor en el tratamiento 6 (semillas embebidas durante 6 días a 25°C en PEG-6000 + AG₃).

Por otra parte, hemos de señalar efectos de los tratamientos en el experimento de laboratorio, tanto bajo condiciones óptimas (25°C), como con temperaturas subóptimas (12°C), observán

dose en ambos casos diferencias en la germinación inicial que - si bien se reducían al final de la prueba siempre resultaron mayores para los tratamientos a base de PEG-6000, los días a germinación promedio manifestaron diferencias importantes muy marcadas.

Se encontró que mientras que en la prueba de germinación - estandar sobresalen aquellos tratamientos a base de PEG-6000 en que las semillas permanecieron embebidas durante 10 días (15°C) con o sin la adición de AG_3 (100 ppm), en la prueba fría resulta sobresaliente tanto el tratamiento de semillas embebidas en PEG-6000 por 6 días, así como el uso de PEG-6000 + AG_3 (100 --- ppm) con semillas embebidas por 10 días, haciéndose notar que a pesar de haber cambios en cuanto a la ventaja de unos tratamientos sobre otros, invariablemente el uso del acondicionamiento - osmótico de la semilla a base de PEG-6000 + AG_3 embebida por un período de 10 días proporciona los mejores resultados. Siendo- éste, bajo condiciones normales, 2.7 días más rápido que el tes- tigo alcanzando y teniendo un 36% más de germinación a los 9 --- días, mientras que bajo temperaturas subóptimas la diferencia - es de 4.56 días y de 39.5% de germinación a los 22 días.

Se encontró, así mismo que entre las semillas embebidas en agua natural o con el uso de AG_3 existe una pequeña diferencia- a favor de esta última.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en este experimento se concluye lo siguiente:

1.- Se encontró que bajo condiciones controladas de humedad y temperatura óptima (25°C) se manifiesta un efecto positivo del acondicionamiento osmótico de la semilla al embeberla en una solución de polietilenglicol-6000 (240 g.l⁻¹) solo o con -- adición de AG₃ (100 ppm) a 15°C por 10 días, sobre la germina-- ción inicial, final y los días a germinación promedio.

2.- Se observó que bajo condiciones controladas de humedad, pero con un régimen de temperaturas subóptimas (12°C) se encuentra un efecto positivo del acondicionamiento osmótico de la semilla al embeberla en una solución de PEG-6000 (240 g.l⁻¹) durante 6 días, o la misma solución pero con AG₃ (100 ppm) durante 10 días, ambos a 15°C, sobre la germinación inicial y los --- días a germinación promedio en una forma marcada y en menor proporción sobre la germinación final.

3.- No se encontraron efectos significativos del acondicio-- namiento por polietilenglicol-6000 ni por giberelinas tanto en la cama expuesta al ambiente como en la cama fría (con tunel).

4.- En todos los casos donde existió efecto de tratamien-- tos se encontró que el testigo mostró el más bajo vigor superado ligeramente por los tratamientos de imbibición en agua pura-- o con la adición de AG₃ (100 ppm) y superado ampliamente por -- los tratamientos a base de PEG-6000.

Recomendaciones

En base a las conclusiones anteriores se recomienda que para el acondicionamiento osmótico de semilla de chile serrano -- (Capsicum annuum L.) del cv. Tampiqueño 74 se utilice en futuros estudios una solución de polietilenglicol-6000 a una concentración de 240 g.l^{-1} sola o con la adición de 100 ppm de AG_3 , embebiendo las semillas durante un período de 10 días bajo un régimen de temperatura de 15°C , lo cual crea una tensión de ---8.6 bar, lo que permite alcanzar germinaciones iniciales superiores tanto bajo condiciones óptimas como subóptimas de temperatura en laboratorio así como acortar el período de germinación en un 20% con respecto al testigo, es decir 2.7 y 4.5 días bajo condiciones óptimas y subóptimas de temperatura respectivamente.

Así mismo, se recomienda, probar otras concentraciones de PEG-6000 así como de AG_3 bajo el mismo régimen de temperatura. Se recomienda así mismo probar períodos más prolongados de acondicionamiento osmótico, así como evaluar los resultados de estos después de almacenar la semilla acondicionada.

VII. RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas sobre la germinación y emergencia de la semilla de chile serrano (Capsicum annuum L.) del cv. Tampiqueño 74, tanto en condiciones óptimas como subóptimas de laboratorio y campo.

En el laboratorio se realizaron dos pruebas, una prueba de germinación estandar a 25°C que tuvo una duración de 14 días y una prueba fría a 12°C que duró 26 días. En el campo se hicieron también dos pruebas, una en cama fría (con tunel de polietileno) la cual tuvo una duración de 27 días y una prueba en cama expuesta al ambiente que comprendió un período de 31 días.

Para la realización de las anteriores pruebas se le aplicaron a las semillas diferentes tratamientos de acondicionamiento osmótico para posteriormente guardarlas y después de cierto tiempo sembrarlas, dichos tratamientos fueron los siguientes:

- T1: Testigo, siembra de la semilla sin tratamiento previo.
- T2: Siembra de semillas previamente embebidas por 24 hr en agua a 25°C.
- T3: Siembra de semillas previamente embebidas por 24 hr en una solución de AG_3 diluida en agua a una concentración de 100 ppm a 25°C.
- T4: Siembra de semillas embebidas por 6 días en PEG-6000 (240 $g.l^{-1}$) a 15°C.

T5: Siembra de semillas embebidas por 10 días en PEG-6000 (240 g.l^{-1}) a 15°C .

T6: Siembra de semillas embebidas por 6 días en PEG-6000 (240 g.l^{-1}) + AG_3 (100 ppm) a 15°C .

T7: Siembra de semillas embebidas por 10 días en PEG-6000 (240 g.l^{-1}) + AG_3 (100 ppm) a 15°C .

Las variables evaluadas para cada una de las pruebas de laboratorio fueron: primer conteo de germinación, días a germinación promedio y porcentaje de germinación final.

En las pruebas de campo se evaluaron: un primer conteo de emergencia y porcentaje de emergencia final.

De todas las anteriores variables no hubo efecto significativo de tratamientos para la variable porcentaje de germinación final en las pruebas de laboratorio, en tanto que en las pruebas de campo no hubo significancia para ninguna de las variables.

Los mejores resultados se obtuvieron en las dos pruebas de laboratorio con los tratamientos a base de polietilenglicol-6000 pues en tanto que en la prueba de germinación estandar sobresa le el T5 que fue 2.9 días más rápido que el testigo y tuvo un 42.25% más de germinación a los 9 días; en la prueba fría destaca el T7 que fue 4.56 días más rápido que el testigo superandolo con un 39.5% de germinación a los 22 días.

Por lo anterior se recomienda que para la estimulación inicial de la germinación se de un tratamiento a las semillas en el cual pongan a embeber en una solución de polietilengli-

col-6000 (240 g.l^{-1}) durante un período de 10 días a 15°C , o --
bién la misma solución pero con la adición de 100 ppm de AG_3 dura
rante el mismo período y temperatura.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Alvarado, D. y K. Bradford. 1987. Longevidad y vigor de semillas de tomate después de ser acondicionadas osmóticamente. SOMECH. A.C. INIFAP-SARH-CONAFRUT. Irapuato, Gto. p. - 54.
2. Anónimo. 1989. Apuntes de clases de producción de semillas U.A.N.L.
3. Pallington, J.R. y G.J. Galletta. 1976. Gibberellin effects on rabbiteye blueberry seed germination. Hort Science. 10: 620.
4. Biddington, N.L. y T.H. Thomas. 1975. Celery yield increased by sowing germinated seeds. Hort Science. 10:620.
5. Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hort Science. 21(5):1105-1111.
6. Braun, J.W. y V.S. Rao. 1976. Release of lettuce seed therm dormancy by plant growth regulators applied in organic solvent. Hort Science 11(1):29-30.
7. Bustamante, L. 1982. Semillas: Control y evaluación de su calidad. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN-AMSAC. Saltillo, Coah. México pp. - 99-106.

8. Carvalho, M.N. y J. Nakagawa. 1983. Sementes: Ciencia, Tecnologia e reproducao. Fundacao Cargill. pp. 202-209, 265-266.
9. Copeland, L.O. 1976. Principles of Seed Science and Technology. Burgess Publishing. Minesota, USA. pp. 121-162, 186-207, 350-369.
10. Cronquist, A. 1978. Botánica básica. Compañía Editorial -- Continental. México, D.F. pp. 434-435.
11. Delouche, J.C. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. Hort Science 15(6):765-779.
12. Devlin, R.M. 1975. Fisiología vegetal. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. pp. 141, 436.
13. Diehl, R. y J.M. Mateo. 1973. Fitotecnia general. Ediciones MUNDIPRENSA. Madrid, España. pp. 244, 265.
14. Don, R. 1979. The use of chemicals, particularly gibere---llic acid for breaking cereal seed dormancy. Seed Science and Technology. Vol. 7. pp. 355-367.
15. García, E. et al. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para la República Mexicana. Instituto de Geografía de la U.N.A.M.

16. Garza, R.G. 1987. Efecto del fitorregulador complejo PLOZY-METS en la germinación y el desarrollo de plántulas en -- cuatro cultivos hortícolas. Tesis del I.T.E.S.M.
17. Gelmond, F. 1978. Physiological aspects of seed germina---tion. Seed Science and Technology 6:625-639.
18. Guzmán F., C. y J. Kohosi S. 1989. Notas de Fisiología Vegetal: Crecimiento y Desarrollo. F.A.U.A.N.L. Sin publicar.
19. Hartman, H.T. 1971. Propagación de plantas. CECSA. pp.152-166, 178-198.
20. Heydecker, W. y R.L. Gulliver. 1973. Accelerated germina---tion by osmotic seed treatment. Nature Lond. 246:42-44.
21. Heydecker, W. y Y.J. Turner. 1975. Invigoration of seeds? Seed Science and Technology 3:881-888.
22. Heydecker, W. y P. Coolbear. 1977. Seeds treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. Seed - Science and Technology. 5:353-425.
23. I.S.T.A. 1976. Reglas Internacionales para ensayo de semillas. Servicio Nacional de Semillas. República Argentina. pp. 1, 116.

24. Janick, J. 1972. Horticultural Science. Freeman and Company. pp. 329-332.
25. Janick, J. 1965. *Horticultura Científica e Industrial*. Ed. - ACRIBIA. Zaragoza, España. p. 430.
26. Lees, P. 1980. *Agricultura de las Américas. Vigor de semillas clave de mejores cosechas*. Vol. 29. No. 8. pp. 14-15.
27. Mattows, S. 1981. Evaluation of techniques for germination and vigour studies. *Seed Science and Technology*. 9(2):549.
28. Meyer, B.S. y D.E. Anderson. 1985. *Plant Physiology*, Norstrand Company. INC. USA. pp. 712-715.
29. Michel, P.E. y M.R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethyleneglycol 6000. *Plant Physiology*. 51:914-916.
30. Miller, B. y J. McDonald. 1980. Assessment of seed quality. *Hort Science*. 15(4):786.
31. Mullett, J.F. 1973. *International Training Course in Seed Improvement and Certification: Seed Quality, Viability and vigour*. Department of Agriculture, Victoria, USA. pp. 191-196, 412-414.
32. Norman, A.G. 1963. *The Soybean genetics, Breeding, Physiology, Nutrition, Management*. Academic Press. p. 192.

33. Perl, M. y Z. Feder. 1981. Improved seedling development - for pregermination activities. Pet Dagan, Israel. Seed -- Science and Technology. 9:655-663.
34. Perry, D.A. 1978. Report of the vigour test comittec. Seed Science and Technology. 6(1):179, 180.
35. Pill, W.G. 1986. Parsley emergence and seedling growth --- from Raw, Osmoconditioned, and Pregerminated Seeds. Hort- Science 21 (5).
36. Powell, L.E. 1987. Hormonal aspects of bud seed dormancy - in temperate-zone woody plants. Hort Science 22(5):845--- 848.
37. Raip, W. 1978. Enhancing the sucess of seed thermotherapy: repair of thermal damage to cabbage seed using Polyethyle neglycol (PEG) treatment. Plant Disease Reporter. Woden, - Australia. 62 (5):406-407.
38. Reid, C.E. y G.D. Powen. 1978. Phosphorus Contamination in Polyethylene Glycol. Plant Physiology 61:708-709.
39. Rennick, G.A. y P.I. Tiernan. 1978. Some effects of osmo-- priming on germination, growth and yield of celery (Apium-graveolens). Seed Science and Technology 6:695-700.

40. Rojas, G.M. 1972. Fisiología Vegetal Aplicada. Libros Mc --
Graw-Hill de México, S.A. pp. 164-168, 186-187.
41. Rolston, M.P. 1978. Water impermeable seed dormancy. The --
Botanical Review. 44 (3):365-395.
42. Salisbury, F.P. 1978. Hormones and Growth Regulators: Auxins
and Gibberellins. Plant Physiology Wodsworth Publishing --
Company. Inc. Belmont, California. pp. 247-249.
43. Szafirowska, A. y A.A. Khan. 1981. Osmoconditioning of ca--
rrot seeds to improve seedling establishment and yield in
cold soil. Agronomy Journal. 75:845-848.
44. Taylorson, R.B. y S.E. Hendricks. 1977. Dormancy in seeds.
Annual Review of Plant Physiology. 28:331-347.
45. Vincent, M.F. y E.H. Roberts. 1979. The influence of chi---
lling, light and nitrate on the germination of dormant ---
seeds of common weed species. Seed Science and Technology.
7:3-14.
46. Walker, J.C. 1959. Enfermedades de las Hortalizas, Salvat-
Editores, S.A. Barcelona, España. p. 597.
47. Weaver, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plan-
tas en la agricultura. Ed. Trillas, S.A. México, D.F. pp.
118-123.

48. Wolfe, D.W. y W.I. Sins. 1982. Effects of osmoconditioning and Fluid Drilling of Tomato Seed on Emergence Rate and Final Yield. Hort Science 17 (6):936-937.
49. Yaklich, R.W. y M.D. Orzolek. 1977. Effect of Polyethylene Glycol-6000 on Pepper Seed. Hort Science 12(3):263-264.

09995

