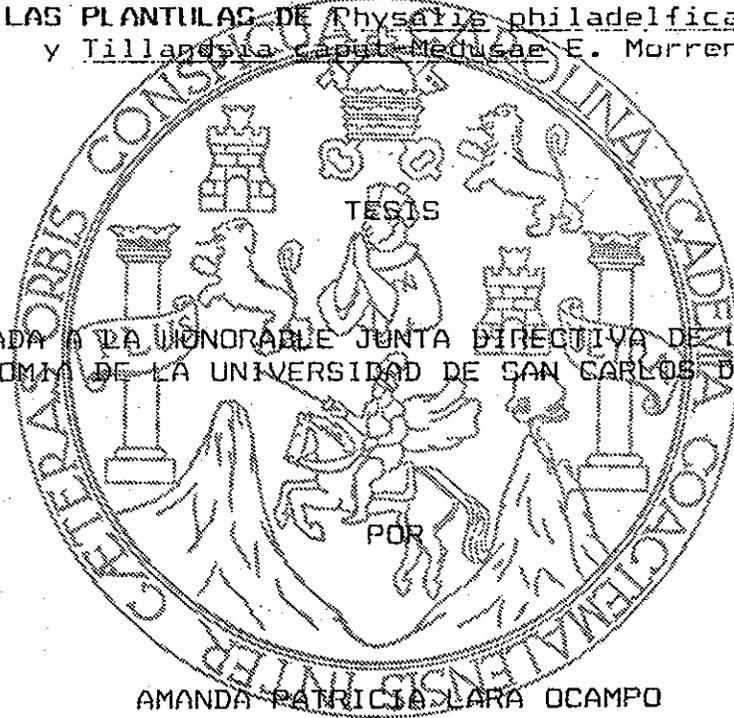


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EFFECTO DEL OSMO-ACONDICIONAMIENTO
DE LAS SEMILLAS EN LA GERMINACION Y CRECIMIENTO
DE LAS PLANTULAS DE *Physalis philadelphica* Lam
y *Tillandsia caput-Medusae* E. Morren



PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD
DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AMANDA PATRICIA LARA OCAMPO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRONOMA
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADA

GUATEMALA, JULIO DE 1996.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. William Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Carlos Roberto Motta
VOCAL CUARTO	P. Agr. Henry Estuardo España Morales
VOCAL QUINTO	Br. Mynor Joaquín Barrios Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Agr. Guillermo Méndez Beteta

Guatemala, julio de 1,996.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señores Miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a la consideración de Ustedes, el trabajo de tesis titulado:

EFFECTO DEL OSMO-ACONDICIONAMIENTO DE LAS SEMILLAS EN LA GERMINACION Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTULAS DE *Physalis philadelphica* Lam y *Tillandsia capul-Medusae* E. Morren.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo.

Atentamente,



Amanda Patricia Lara Ocampo

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS TODO PODEROSO

MIS PADRES

Arnulfo Lara Morales
Olga Ocampo de Lara

MIS HERMANOS

Mynor, Rebe y Nori

MIS MAESTROS

Rosalía de Bocaletti
Ma. Eugenia Wohlers de Bianchi
Salvador Castillo
David Juárez

EN MEMORIA DE MIS MAESTROS

Rita Navarro
Salvador Sánchez

MIS COMPANEROS Y AMIGOS

Como muestra de amistad y recuerdo por todos
los momentos compartidos.

TESIS QUE DEDICO

A: Mi patria Guatemala.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Facultad de Agronomía.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento sincero a mi asesor Ing. Agr. Anibal Sacbajá Galindo, por su orientación en el presente trabajo de tesis.

A los Ings. Agr. José Jesús Chonay y Marino Barrientos.

Al personal del Centro de Documentación e Información Agrícola (C.E.D.I.A.) y personal del Centro Experimental Docente de Agronomía (C.E.D.A.).

Al exdirector del Instituto de Investigaciones Agronómicas, Dr. Luis Mejía, por haber facilitado el espacio físico en los laboratorios de la Facultad de Agronomía para la presente investigación.

Finalmente a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de esta tesis.

INDICE DE CONTENIDO

PAGINA

	Indice de cuadros	ix
	Indice de Figuras del Apéndice	xi
	Resumen	xii
1.	Introducción	1
2.	Planteamiento del Problema	3
3.	Marco teórico	4
	3.1. Marco conceptual	4
	3.1.1. Germinación	4
	3.1.1.1. Fases del proceso de germinación	5
	3.1.1.2. Factores fisiológicos que afectan la germinación de la semilla	6
	3.1.2. Osmo-acondicionamiento (OC)	6
	3.1.2.1. Imbibición	6
	3.1.2.2. Membranas diferencialmente permeables	6
	3.1.2.3. Osmosis	7
	3.1.2.4. Presión osmótica	7
	3.1.2.5. Efecto del proceso de osmo-acondicionamiento (OC) en la semilla	8
	3.1.2.6. Ventajas del Osmo-acondicionamiento (OC)	9
	3.1.2.7. Tratamiento pregerminativos	9
	3.1.2.8. Osmo-acondicionantes (OC) químicos	10
	3.1.2.9. Manifestación de pérdida de vigor	12
	3.1.2.10. Pruebas de vigor	13
	3.1.2.11. El almacenamiento y el vigor	15
	3.2. Marco referencial	17
	3.2.1. Características del lugar de trabajo	17
	3.2.1.1. Localización	17
	3.2.2. Clima y zona de vida	17
	3.2.2.1. Determinación taxonómica de <i>P. philadelphia</i> Lam	17
	3.2.2.2. Determinación taxonómica de <i>T. caput-Medusae</i> E. Morren	19
4.	Objetivos	22
5.	Hipótesis	23
6.	Metodología	24
	6.1. Selección de los tratamientos	24
	6.1.1. Preparación de tratamientos	24
	6.1.2. Epocas de almacenamiento	25
	6.2. Diseño experimental	25
	6.3. Tamaño de la unidad experimental para <i>P. philadelphia</i> Lam a nivel campo y laboratorio	25
	6.4. Tamaño de la unidad experimental para <i>T. caput-Medusae</i> E. Morren a nivel laboratorio	25
	6.5. Variables de respuesta a nivel de laboratorio para <i>P. philadelphia</i> Lam que identifican la vigorosidad de germinación	26
	6.5.1. Variables de respuesta a nivel de campo para <i>P. philadelphia</i> Lam que identifican la vigorosidad del crecimiento	26
	6.6. Variable respuesta para <i>T. caput-Medusae</i> E. Morren a nivel de laboratorio que identifiquen la	

	vigorosidad de la germinación y crecimiento	26
6.7.	Manejo del experimento	27
6.7.1.	Preparación del semillero	27
6.7.2.	Preparación del laboratorio	27
6.8.	Análisis de la información	28
7.	Resultados y discusión	30
7.1.	Efecto del osmo-acondicionamiento y épocas de almacenamiento sobre las variables evaluadas en el cultivo de <i>P. philadelphia</i> Lam	30
7.1.1.	En condiciones de laboratorio sobre sustrato de papel	30
7.1.2.	En condiciones de campo	37
7.2.	Efecto del osmo-acondicionamiento y épocas de almacenamiento sobre las variables observadas en el cultivo de <i>T. caput-Medusae</i> E. Morren	38
8.	Conclusiones	42
8.1.	Efecto del osmo-acondicionamiento sobre las variables observadas en el cultivo de <i>P. philadelphia</i> Lam (miltomate) en condiciones de laboratorio y campo	42
8.2.	Efecto del osmo-acondicionamiento sobre las variables observadas en el cultivo de <i>T. caput-Medusae</i> E. Morren en condiciones de laboratorio	43
9.	Recomendaciones	44
10.	Bibliografía	45
11.	Apéndice	51

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Número de Tratamiento, compuesto osmo-acondicionante (OC) y su concentración osmótica teórica en g/10ml, calculada a una temperatura laboratorio de 20°C	24
2. "F" Calculada y probabilidad significativa para las variables largo de hipocotilo, largo de hepicothilo, materia fresca, materia seca, número de semilla germinada 6 días después de sembrada, número de semilla sin germinar y número de semilla muerta; observada durante la germinación de la semilla de miltomate a nivel laboratorio	31
3. Comparación de medias Duncan para el factor época observada a nivel laboratorio, en las variables largo de hipocotilo, número de semilla sin germinar y número de semilla muerta el cultivo de miltomate	31
4. Prueba múltiple de medias para el factor tratamiento, utilizando el comparador Duncan en la variable materia fresca del cultivo de miltomate. Observada a nivel laboratorio utilizando cuatro compuestos químicos osmo-acondicionantes en tres diluciones cada uno	32
5. Prueba múltiple de medias para el factor semilla germinada a los seis días después de sembrada, utilizando el comparador Duncan a nivel laboratorio en el cultivo de miltomate	33
6. Prueba múltiple de medias Duncan para la interacción época por tratamiento sobre la variable largo de hepicothilo del cultivo de miltomate observada a nivel laboratorio en dos épocas	34
7. Prueba múltiple de medias para la interacción época por tratamiento utilizando el comparador Duncan en la variable número de semillas muertas de Miltomate nivel laboratorio	36

8.	"F" calculada y probabilidad significativa para las variables materia fresca, materia seca, largo de tallo y raíz de la planta observada en el cultivo de miltomate a nivel de campo a la edad de veintisiete días después de la siembra	37
9.	Comparación de medias Duncan para el factor época observada a nivel de campo, en las variables materia fresca, materia seca y largo de tallo en el cultivo de miltomate	37
10.	"F" calculada y probabilidad significativa para las variables tamaño, materia fresca de plántulas, semillas sin germinar a los 45 días después de sembrada y número de semilla germinada a los veinte días después de la siembra; observada en el cultivo de Tillandsia	39
11.	Prueba múltiple de medias para la interacción época por tratamiento utilizando el comparador Duncan para la variable germinación 20 días después de la siembra, en Tillandsia, observación en dos épocas	40
12.	Prueba múltiple de medias para la interacción época por tratamiento, utilizando el comparador Duncan para la variable número de semillas sin germinar a los 45 días para la semilla de Tillandsia en dos épocas de tiempo	41
13 A.	Fórmula general para calcular presión osmótica	53
14 A.	Boleta de análisis de suelos	53

INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE

FIGURA		PAGINA
1 A.	Observación termohidrográfica a nivel laboratorio durante el almacenamiento de la semilla de miltomate empacada al vacío	52
2 A.	Observación termohidrográfica a nivel laboratorio durante el almacenamiento de la semilla de tillandsia empacada al vacío	52

EFFECTO DEL OSMO-ACONDICIONAMIENTO DE LAS SEMILLAS EN LA GERMINACION Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTULAS DE Physalis philadelphia Lam y Tillandsia caput-Medusae E. Morren

OSMOTIC CONDITION EFFECTS ON GERMINATION AND GROWTH OF SEEDS
Physalis philadelphia Lam and Tillandsia caput-Medusae E. Morren

RESUMEN

Physalis philadelphia Lam y Physalis ixocarpa Brot, son nombres que identifican a una misma planta, la cual es conocida como miltomate o tomate de cáscara (de México a Guatemala). Y junto a Tillandsia caput-Medusae E. Morren, son de interés económico para Guatemala. Miltomate es una planta útil en el arte culinario y Tillandsia una planta ornamental; éstas fueron objeto de experimentación observándose el efecto del osmo-acondicionamiento (OC), sobre la germinación y crecimiento hasta un porte de plántula.

En la presente investigación se experimentó el efecto del osmo-acondicionamiento (OC) el cual consistió en imbibir las semillas durante nueve días, iniciando así el metabolismo germinativo hasta que los potenciales osmóticos de la solución y de la semilla llegaron al equilibrio, deteniéndose el fenómeno de absorción y paralizándose el proceso germinativo antes que ocurriera la aparición de la radícula.

Los compuestos químicos utilizados fueron: Sucrosa, Cloruro de Sodio (NaCl), Polietilenglicol (PEG) 6000, Sulfato de Magnesio (MgSO₄) expresados en las presiones teóricas -10, -12 y -14 bar cada uno. Las pruebas se

evaluaron a nivel de campo y laboratorio, en dos épocas de almacenamiento, 0 y 21 días después del tratamiento.

El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con arreglo de Serie de Experimentos. La unidad experimental se conformó por 100 semillas en tres repeticiones. Se realizó análisis de varianza a todas las variables que se consideraron y al encontrarse diferencias significativas, se sometió a la prueba Múltiple de Duncan con un 95% de certeza. Previo al análisis estadístico, fue necesario ajustar los datos originales por medio del método de la raíz cuadrada de $X+1$, técnica utilizada cuando la distribución de los valores de las variables estudiadas no presenta un comportamiento normal.

En laboratorio, la vigorosidad de la germinación en la semilla de *P. philadelfica* presentó respuesta al Osmoacondicionamiento (OC) en tres de las siete variables estudiadas; siendo una de ellas largo de hepícotilo que en interacción con la época uno mostró diferencia significativa cuando se trató con NaCl-14 bar. Las variables peso de materia fresca y número de semilla germinada a los seis días después de sembrada mostraron independencia respecto a la época de evaluación respondiendo significativamente ante los tratamientos PEG -12bar, PEG -10bar, PEG -14 bar y NaCl -12 bar. A nivel de campo, ninguna de las variables que analizaron el crecimiento presentaron efecto significativo. Concluyéndose con ello que ninguno de los tratamientos OC que inicialmente mostraron un efecto sobre algunas de las variables que semidieron en laboratorio podrían ser capaces de diferenciar a nivel de campo el crecimiento de manera significativa.

Al evaluar la semilla de *Tillandsia caput-Medusae* E. Morren a nivel laboratorio, ninguno de los cuatro compuestos químicos superó

significativamente a los testigos durante las dos épocas de experimentación; sin embargo se obtuvieron las mayores medias con igualdad de significancia que el testigo cuando fue evaluada la vigorosidad de la germinación con PEG -10 bar, -12bar, -14bar y Sucrosa -14 y -12 bar durante la primera época. Al concluir el experimento se determinó que ninguno de los tratamientos fue superior al testigo en ambos cultivos, y que en especial para el cultivo de Tillandsia caput-Medusae E. Morren el NaCl y MgSO₄ mostraron efectos inhibidores sobre la germinación. Lo cual implicó recomendar que dichos compuestos OC se excluyeron para próximas evaluaciones que implicaran menor tiempo de imbibición y presión osmótica.

1. INTRODUCCION

Physalis philadelfica Lam, también llamada Physalis ixocarpa Brot y Tillandsia caput-Medusae E. Morren son de importancia económica para nuestro país. P. philadelfica Lam (miltomate) es utilizado como condimento alimenticio, el cual se envasa actualmente en forma de salsa. T. caput-Medusae E. Morren responde a un mercado exterior en donde es requerida como planta ornamental, cuyo valor es cotizado por algunos países de América, Europa, Asia y Oceanía. De estas dos plantas la primera es de hábito terrestre y la segunda epífita, ambas propias de la flora guatemalteca (17, 43, 44).

En el presente trabajo se estudiaron los efectos del osmo-acondicionamiento (OC) sobre las semillas de P. philadelfica Lam y T. caput-Medusae E. Morren, sobre la germinación y crecimiento a nivel de laboratorio y de campo. Con la premisa que métodos como el OC, también conocido como Condicionamiento Osmótico o Priming son técnicas que van más allá de una escarificación que permite exponer la semilla a una solución acuosa, de potencial osmótico determinado, obligando a la planta a imbibir agua y desde ese punto iniciar su metabolismo germinativo; así cuando el paso del agua a través de la membrana selectivamente permeable llega a un equilibrio, el proceso germinativo se detiene antes que se presente la radícula, la semilla deberá quedar osmo-acondicionada, lista para dar uniformidad a la germinación al momento de sembrarse (2,32).

La solución acuosa consistió en compuestos químicos utilizados para provocar el OC. Estos fueron: Sucrosa, Polietilenglicol (PEG) 6000, Cloruro de Sodio (NaCl), Sulfato de Magnesio ($MgSO_4$), cada una en tres diferentes concentraciones expresando las presiones osmóticas teóricas -10, -12 y -14 bar; un testigo relativo con agua destilada y un testigo absoluto que no

utilizó solución alguna. El lugar del ensayo fueron las instalaciones de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, laboratorios y campo.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con un arreglo de Serie de Experimentos. La unidad experimental se conformó por 100 semillas con tres repeticiones.

En el cultivo de miltomate las variables observadas para evaluar la vigorosidad de la germinación fueron largo de hipocotilo, largo de hepicotilo o plúmula, peso de la materia fresca, peso de la materia seca, número de semillas sin germinar o semillas vivas, número de semilla germinada a los seis días después de sembrada y número de semilla muerta. Para evaluar el crecimiento, las variables utilizadas fueron peso de materia fresca, peso de la materia seca, largo de tallo y largo de raíz. La vigorosidad de germinación en el cultivo de tillandsia se determinó en base a las variables: número de semillas sin germinar (semillas vivas) y número de semilla germinada veinte días después de sembrada. El crecimiento se midió en base al tamaño y peso de la materia fresca cuarenta y cinco días después de sembrada la semilla.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

P. philadelphia Lam y *T. caput-Medusae* E. Morren son dos especies vegetales cuya importancia económica e interés científico, indujo a experimentar en ellas la técnica del osmo-acondicionamiento (OC) con la probabilidad de obtener una germinación homogénea.

Los períodos de germinación son importantes por la influencia en los costos que siempre conlleva el manejo y producción de un cultivo.

La importancia económica de *P. philadelphia* Lam radica en pertenecer al mercado nacional interno, siendo de consumo humano y muy propia de la cocina popular; mientras que *T. caput-Medusae* E. Morren es una planta ornamental y producto de exportación no tradicional, cuyos montos millonarios reporta Cuarentena Vegetal (19).

Esta investigación se sugirió por el aporte experimental que la práctica del OC, bajo condiciones de laboratorio y campo, pueden aportar para enriquecer éste y otros estudios posteriores.

3. MARCO TEORICO

3.1. Marco Conceptual

3.1.1. Germinación

Germinación es un proceso de cambio, el cambio de una pequeña estructura inactiva viviendo con abastecimiento mínimo, a una planta que crece activamente, destinada a la autosuficiencia antes que los materiales de reserva de la semilla se terminen (13,57). Las condiciones básicas para la germinación son de esta forma invariablemente, pasan por un período de desecación durante la maduración, la primera fase de la germinación es la absorción de agua, (imbibición) aunque, por supuesto, esto puede tener éxito sólo cuando la temperatura está en rango apropiado (13,57). Con frecuencia puede ocurrir y especialmente después de la cosecha, que las semillas sanas no germinan aunque se les proporcionan las condiciones adecuadas (12,30). A este fenómeno se le conoce como dormancia (13,35). Con el tiempo, la dormancia se suspenderá y la semilla germinará (13,35,21). La rápida germinación es definitivamente un atributo de habilidad para competir (11,13). Bajo condiciones de laboratorio, la germinación puede definirse como la emergencia y desarrollo a partir del embrión, de aquellas estructuras esenciales, para el tipo de semilla en cuestión, que son indicativas de la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables (27). En este sentido, una semilla no se considera como germinada hasta que ha producido una plántula normal (27).

Como plántulas anormales se consideran aquellas con hipocotilo enrollado, plántulas atacadas por hongos y/o bacterias, plántulas sin clorofila y plántulas con crecimiento desbalanceado de sus estructuras (28).

3.1.1.1. Fases del proceso de germinación

El proceso continuo de germinación está compuesto de dos fases principales:

A. Inicio del metabolismo activo en el embrión, seguido rápidamente por el crecimiento y diferenciación del embrión, apoyado por la utilización de material de reserva embrionaria inmediata.

B. Crecimiento continuo del embrión, apoyado por flujo de productos de la hidrólisis de los cotiledones o reserva alimenticia extraembriónica tal como el endospermo. Esta fase continúa hasta que la planta se establece como un organismo fotosintético o muere por haberse terminado la reserva alimenticia (16,32,56). La transición de la fase uno a la fase dos depende de la aparición de una serie de enzimas hidrolíticas, en la reserva alimenticia, en respuesta al crecimiento del embrión (32). Por lo común en el transcurso de unas cuantas horas después de la absorción de agua, la síntesis de proteína se lleva a cabo, probablemente usando ARN que sobrevive del período de maduración (32). La siguiente fase involucra la síntesis de ADN, el comienzo de la división celular y la diferenciación de tejidos dentro del embrión (32). El patrón exacto de los cambios depende mucho de la semilla de que se trate y de las condiciones particulares de germinación (27).

Así es como entre las dos fases principales encontramos los procesos de:

- Absorción de agua.
- Secreción de enzimas y hormonas.
- Hidrólisis de alimentos solubles y hormonas a los puntos de crecimiento (41). Los cuales se encuentran total y parcialmente influenciados por los factores: Reservas de alimento, provisión de hormonas, provisión de oxígeno, nivel de temperatura (39).

3.1.1.2. Factores fisiológicos que afectan la germinación de la semilla.

Entre estos factores se encuentran: embriones rudimentario o no diferenciados, embriones fisiológicamente inmaduros, cubiertas o integumentos resistentes, cubiertas impermeables, presencia de inhibidores (39).

3.1.2. Osmo-acondicionamiento (OC)

3.1.2.1. Imbibición

Es el proceso que está activamente implicado en la absorción del agua bajo ciertas circunstancias (9). Se trata del movimiento de agua de un área de alto potencial a otra de bajo potencial, pero sin la ayuda de una membrana diferencialmente permeable(9). Así mismo, fuerzas de atracción por lo regular químicas o electrostáticas están implicadas en la imbibición. La imbibición de agua por los materiales coloidales de las células, coadyuvan a que éstas soporten condiciones severas de sequía debido a la tenacidad con que se retiene el agua imbibida (9). Con respecto a este proceso en las semillas Duffus (12) recuerda que la mayor parte de las semillas son tejidos relativamente secos, de manera que la germinación comienza con la imbibición de agua. Las semillas se hinchan debido a la absorción de agua por el material polimérico de reserva, aunque este proceso puede ocurrir tanto en semillas muertas como viables (12).

3.1.2.2. Membranas diferencialmente permeables

Muchas membranas biológicas en particular la plasmalema, el tonoplasto y las que rodean los organelos subcelulares, muestran la propiedad de permeabilidad diferencial, es decir, debido a su naturaleza física o química, las moléculas de sustancias disueltas en el agua no logran penetrar o lo hacen más lentamente que las moléculas de agua (9). Una membrana que es casi totalmente impermeable a las moléculas de soluto

pero permeable ante el solvente se llama membrana semipermeable (9).

La mayoría de las membranas biológicas, sin embargo, son diferencialmente permeables, más que semipermeables (9).

3.1.2.3. Osmosis

La difusión de agua a través de una membrana diferencialmente permeable de una región de alto potencial (agua pura o solución débil) a otra de bajo potencial (solución concentrada) se llama ósmosis (9).

3.1.2.4. Presión Osmótica

En el proceso de ósmosis, las moléculas del solvente pasan de una solución menos concentrada a la solución más concentrada (9). El proceso de ósmosis puede invertirse aplicando presión al lado más concentrado (9). La cantidad de presión justa que se requiere para contrarrestar el proceso de ósmosis se llama presión osmótica (9). Los niveles que sobrepasan al de la presión osmótica pueden dar origen a la ósmosis inversa (9).

Así el osmo-acondicionamiento se basa en una teoría cimentada en la década de 1,970 y comienzos de 1,980, los investigadores de varios países estudiaron procesos osmóticos, utilizando soluciones de glicolpolietilénico para llevar a la semilla hasta el punto de germinación antes de colocarla en el suelo (2,15,25). El proceso hizo que la semilla germinara más rápidamente en forma más pareja y, en ciertos casos, elevó los porcentajes de germinación (2,15).

Se llevaron a cabo ensayos en granjas, que incluyeron zanahoria, cebolla, puerro y coliflor; además la técnica de imprimación de semillas se evaluó en otras especies que suelen padecer de germinación tardía o lenta de las plántulas (35). Estas especies incluyeron: chirivía, perejil, lechuga y tomate (35,53).

El tratamiento osmótico u osmo-acondicionamiento de las semillas, es referido como priming o "primavera" (35). Es uno de los varios métodos fisiológicos designados para promover el desarrollo de la semilla (35,10,2). Este consiste en exponer a la semilla en una solución acuosa, de potencial osmótico tal, que aquella embeba agua iniciando el metabolismo germinativo, pero que, cuando los potenciales osmóticos de la solución y de la semilla llegan al equilibrio, se detenga el fenómeno de absorción de agua, paralizándose el proceso germinativo antes que ocurra la aparición de la radícula (2,30).

El tratamiento osmótico de semillas es un método fisiológico efectivo para inducir el desarrollo, y es de particular significancia para el incremento de la productividad agrícola de un numeroso grupo de plantas (2,21,25,35). La imprimación ofrece tres ventajas principales:

- A) mayor rapidez en la emergencia de las plántulas,
- B) mayor densidad de población en el campo,
- C) más uniformidad en el cultivo (2).

Ninguno de los científicos involucrados en el desarrollo de esta técnica garantiza que automáticamente se obtenga un aumento de rendimiento a partir de semilla imprimada (2). Sin embargo, cualquier cultivo que logre el mejor comienzo posiblemente tendrá mayores oportunidades de rendir al máximo de su potencial al llegar a la recolección (2,39).

3.1.2.5. Efecto del proceso osmo-acondicionante (OC) en la semilla.

Parte del proceso osmo-acondicionante es la imbibición a la que siguen varias actividades entre las cuales las más significativas son: que el protoplasma se hidrate y sus enzimas empiezan a funcionar; que el almidón sea digerido y se transforme en azúcar, los lípidos en compuestos solubles y las proteínas en aminoácidos (31,32,41).

La disponibilidad de estas sustancias permite la liberación de energía por el proceso de la respiración, el traslado de alimentos al embrión y el crecimiento de éste (32).

El humedecimiento de las semillas hace que la respiración aumente rápidamente y cuando la respiración está en marcha, el índice respiratorio se ha elevado cientos de veces (33). A consecuencia del aumento de la actividad enzimática sobre el alimento y la energía disponibles a la semilla en germinación, las células embrionarias empiezan a alargarse y se pone en marcha el desarrollo de la nueva planta que había empezado con la fecundación (33).

Parmar (11) menciona que durante el OC el azúcar permanece intacta dentro de las células y tejidos, además de ser rápidamente metabolizada en su momento.

3.1.2.6. Ventajas del osmo-acondicionamiento (OC)

- A) El avance de la germinación en el tiempo.
- B) Homogeneidad en el proceso de germinación en una población de semillas tratadas.
- C) Una importante tolerancia e incremento de la producción, ante temperaturas subóptimas (35).

3.1.2.7. Tratamientos pregerminativos

Estos tratamientos son utilizados como OC en forma extensiva, sales y polímeros de polietilenglicol (59).

Entre los tratamientos pregerminativos, además del OC, tenemos: la escarificación y el remojo en agua (39). El objetivo de la escarificación es hacer permeable a los líquidos o gases a la semilla; el propósito del remojo en agua de la semilla es hacer modificar las cubiertas duras, los inhibidores, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación (39).

Muchas semillas de cultivos pueden ser objeto de OC con resultados positivos pudiendo obtenerse con pequeñas semillas de vegetales y flores (35). La semilla una vez acondicionada se espera que esté pronta y uniformemente apta para germinar cuando sea sembrada (2,12). Estudios recientes muestran que muchas semillas son sensibles a los tratamientos (35).

3.1.2.8. Osmo-acondicionantes (OC) químicos.

Con respecto a los OC químicos: polietilenglicol 6000, NaCl y MgSO₄ se han obtenido resultados satisfactorios al trabajar semillas de Capsicum annuum L. en pruebas de germinación a 25°C y pruebas de frío a 10°C en niveles que van desde -3 bar a 18.6 bar en los diferentes compuestos químicos (2,12,40); Aljaro y Wyneken (2) exceptúan a los tratamientos de bajos potenciales osmóticos comprendidos entre los -3 y -9 bar puesto que se encontraron daños radiculares, posiblemente por la sensibilidad al calor de secado, presentándose pérdidas en el valor germinativo más bajos que el testigo sin tratar (2).

Bermúdez (10) reporta a las soluciones con potencial osmótico alto como simuladoras de condiciones de sequía, siendo útil dicha prueba para establecer resistencia ontogénica a la sequía y prueba temprana para identificar genotipos con tolerancia a la sequía. Hace énfasis al señalar que un parámetro adecuado para medir el crecimiento o vigor de la plántula es la longitud de la radícula y de la plúmula, la radícula depende de las reservas alimenticias de la semilla más que de la captación de agua; observaciones de este tipo apoyan los trabajos de laboratorio de los cuales Parmar y Moore (38) aseguran que son plántulas prometedoras para tolerar el estrés hídrico (45).

Aljaro y Wyneken (2) reportan que el OC en Chile pimiento no afectó en

general los porcentajes finales y la uniformidad de emergencia en el campo; sin embargo, mejoró y aumentó la velocidad de este proceso, y algunos tratamientos indujeron un mayor desarrollo de las plantas, expresadas en el número de hojas verdaderas.

Lagerweff (34) probó trece diferentes soluciones OC en frijol judía e identificó que PEG con peso molecular 4,000 y 6,000 fueron tóxicos, no así PEG 20,000 que fue aceptable por su capacidad osmótica de no intervenir en los procesos metabólicos de las plantas; así también Manohar y Heydecker en 1964 (citados por Parmar y Moore, 1968) reportan que el PEG de peso molecular 4000 a más parecen poseer propiedades OC con alguna toxicidad, consideradas así adecuadas para seleccionar plantas tolerantes a la sequía (45).

Según Khan (31), el OC causa una activación y/o síntesis de una variedad de enzimas implicadas en la ruptura de cadenas proteicas y reserva de lípidos, y en el ciclo fosforilativo y glicólisis. Según Knypl (33) se da una movilización de reservas almacenadas que ocurren durante el OC pudiendo implicar una mejor calidad de germinación y crecimiento. El acondicionamiento de las semillas en lechuga, con la síntesis del RNA, proteínas y enzimas puede ser una consecuencia directa de la movilización de reservas y desaparecimiento de inhibidores tales como el ácido abscisínico durante el OC (23). Con respecto al número de semillas que sobreviven en un estado latente luego de tratamientos para germinación debe recordarse que existe un período de latencia que asegura la sobrevivencia y es el conocido como "Colonización" el cual mantiene una reserva de semilla en el suelo que según Pareja (1984) citado por Vargas (56) compensa las pérdidas en el número de plántulas, generalmente del tipo "maleza anual" las cuales tienen una estrategia de alta producción de semillas, aproximadamente

del 20% al 30% del valor reproductivo neto, asegurando la sobrevivencia de la especie (56).

Los efectos del tratamiento de PEG en las semillas de Glycine max L. a temperatura de 8°C mostraron un incremento en la tasa de germinación, reduciéndose en un 50% el tiempo de germinación, las semillas fueron sumergidas por 2 días en 30g PEG/100 ml (25).

Heydecker y Coolbear (27) reportaron un incremento en la producción de ajo, (Allium cepa L) y en perejil cuando las semillas fueron osmóticamente acondicionadas. En chile dulce (Capsicum annum L) y el OC con PEG 6000 no mejoró la emergencia (2), sin embargo Aljaro y Wyneken en experiencias posteriores, trabajaron el OC en Capsicum annum con PEG 6000 en donde los efectos positivos perduraron después de 140 días de almacenamiento (2).

Szafirowska (53), trabajando la semilla de zanahoria (Daucus carota L) observó que el OC da mejor tamaño y germinación en el campo y aumento del total producido; especialmente en suelos fríos en donde la temperatura interfiere con el pronto establecimiento de plantas.

Según Lees (35) el método de OC puede tener un gran potencial para el éxito de pequeñas semillas vegetales con poca y alta variabilidad en cuanto a la germinación (30).

3.1.2.9. Manifestación de pérdida de vigor.

Algunos autores mencionan que el deterioro o pérdida de vigor de la semilla se manifiesta como baja tolerancia a condiciones no favorables para la germinación (1,40,45). Germinación lenta y producción de radículas e hipocotilos más cortos (1). Reducción de la respiración, mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos, incremento en la proporción de plántulas anormales y reducción de la capacidad de producción (1,54). La pérdida de viabilidad en las semillas, presenta síntomas

evidentes como: cambio de la coloración de la testa y el embrión, decrecimiento progresivo de la capacidad de germinación, incremento en el número de plantas anormales, baja tolerancia a las condiciones de almacenamiento, sensibilidad a la radiación, presencia de mohos e incremento de la temperatura durante el almacenamiento (42,54). Antes de la aparición de síntomas morfológicos ocurren cambios bioquímicos y daños subcelulares como por ejemplo, acumulación de sustancias tóxicas, disminución de la tasa respiratoria y de síntesis de ATP, reducción de la síntesis de proteínas y RNA, aberraciones cromosómicas y daños consecuentes en el DNA pérdida de la capacidad de síntesis de enzimas hidrolíticas, cambios de los ácidos grasos insaturados y alteraciones en el sistema de las membranas; aparece como un evento temprano en el deterioro de las semillas y se ha sugerido la peroxidación de radicales libres de los lípidos responsables del envejecimiento celular (31). Los ácidos grasos insaturados como el ácido linoléico y algunos fosfolípidos disminuyen durante el envejecimiento de algunas semillas (31). Se advierte que el OC no se debe considerar como un método para rescatar semilla de mala calidad, o para reemplazar las buenas prácticas agronómicas (35).

3.1.2.10. Pruebas de vigor.

Hay quienes los definen como la suma de atributos que contribuyen al buen desempeño de la semilla, otros como el conjunto de atributos genéticos, fisiológicos y sanitarios que afectan la capacidad de las semillas para producir plántulas normales y productivas (1,56,57). Así el vigor es considerado como una característica fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el ambiente, que gobierna la capacidad de la semilla de producir rápidamente una plántula en el suelo y el límite de ésta para tolerar una gama de factores ambientales (56,29).

También entre más pesada sea la semilla, se espera una germinación más vigorosa (1).

En las pruebas de vigor la germinación al primer recuento es una de las más usadas (1,2,36). También se ha encontrado que la longitud del hipocotilo, la longitud y el peso de las plántulas constituyen índices apropiados para evaluar el grado de deterioro que ha sufrido la semilla, debido a que las más vigorosas son capaces de movilizar y convertir la energía almacenada en sus tejidos de reserva con mayor eficiencia (2).

El crecimiento o vigor de la plántula puede estimarse por medio de la longitud de la plúmula, lo que es buen indicador para pruebas de vigor de semillas (2)(10).

La longitud de la radícula al momento de la germinación se considera como una característica indicativa de vigor temprano, además de la longitud y peso seco de tallos como de raíces después de la germinación, éstos dan relación para considerarlas como características de crecimiento temprano o lento según el comparador testigo; un ejemplo es como el sorgo interfiere con las malezas dada su rápida germinación y a la gran velocidad de crecimiento de sus tallos y raíces durante los primeros días de su desarrollo (2). El éxito de una plántula para sobrevivir depende de la habilidad de su raíz para crecer rápidamente y expandirse con el objeto de explorar mejor los recursos (45).

También la conductibilidad eléctrica ha sido utilizada para detectar diferencias en el grado de vigor ya que cuando una semilla poco vigorosa es colocada en el agua hay un mejor paso de electrolitos hacia el medio (45).

Se ha encontrado que el desarrollo y la producción por planta disminuyen conforme el vigor reduce (2).

Se ha comprobado que entre más grande y mayor peso tengan las semillas, las reservas energéticas y de minerales son mayores, y por lo tanto, soportan mejor los procesos de germinación (1).

En ciertos suelos que forman costra, el establecimiento más rápido de la semilla osmo-acondicionada puede reducir los efectos que tiene sobre la emergencia la costra de la superficie del suelo (4).

3.1.2.11. El almacenamiento y el vigor.

Trujillo, Laverde et al (54). encontraron que la mejor forma de almacenar semillas tratadas o no, es en almacenamiento al vacío, en oscuridad, lo cual comprueba que tanto el oxígeno como la luz tienden a deteriorar la viabilidad de las semillas, especialmente entre oleaginosas. Durante el almacenamiento, la ausencia de oxígeno restringe las reacciones oxidativas dentro de los tejidos y células de las semillas y procesos tales como el ciclo de Krebs o la ruta del glioxilato que no se ven favorecidos, lo cual impide, una descomposición rápida de los ácidos grasos y por lo tanto una pérdida prematura de vigor (1). El almacenamiento puede ayudar a la semilla bajo condiciones adecuadas a completar su maduración, propiciando la acumulación de compuestos faltantes hasta un nivel que permita la germinación (1). A veces hace falta madurez en la semilla al momento de la cosecha de frutos maduros comercialmente, los cuales completan el desarrollo de la semilla después de un tiempo de almacenamiento, aumentando el porcentaje de germinación a medida que éste se prolonga (1,2). El polyethylene glycol (PEG) con un peso molecular de 4,000 a 20,000 parece ser de una satisfactoria osmoticidad (25). Sin embargo, Lagerweff et al., en 1,961, probando trece diferentes soluciones osmóticas con frijol judía, encontraron que el PEG con peso molecular 4,000 y 6,000 fueron tóxicos, en cambio el PEG 20,000 en purificación fue

aceptable por su osmoticidad, además, de no interferir en los procesos metabólicos de las plantas (36). Se reportó además que altos pesos moleculares de PEG (nominalmente de 4,000 o más) parecen poseer propiedades osmóticas con ninguna evidencia de toxicidad (36). Se ha evidenciado, según Saint-Clar en 1976, que el PEG es uno de los mejores agentes osmóticos para seleccionar plantas tolerantes a la sequía (11). Así también los cloruros son más inhibidores de la germinación, el crecimiento y el desarrollo que el efecto negativo que puedan ocasionar los sulfatos; aunque debe tomarse en cuenta que los efectos de las sales sobre las plantas son variados, manifestándose en forma diferente de acuerdo con el cultivo (11).

En zanahoria, la siembra de semilla imprimida significó que el cultivo alcanzó más temprano un estado avanzado de desarrollo (35). Esto permitió a los productores atacar antes sus problemas de malas hierbas y como las malezas estaban más pequeñas, usar menos herbicidas (35). Con esto se logró mejor control de malezas a menor costo (35).

3.2. Marco referencial

3.2.1. Características del lugar de trabajo

3.2.1.1. Localización

Se trabajó en las instalaciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Con una altitud de 1502 msnm orientación magnética de 14°35'11" Latitud Norte y 90°35'50" Longitud Oeste (23).

3.2.2. Clima y zona de vida.

Según el Instituto Nacional Forestal (23), la ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical Templado cuyas condiciones climáticas registradas por INSIVUMEH son: precipitación media anual 1,216.2 mm distribuidos en 110 días, de mayo a octubre, temperatura media anual: 18°C, Humedad relativa (media): 79%, insolación promedio: 6.65 h/día, radiación: 0.33 cal/cm²/min.

3.2.2.1. Determinación taxonómica del *P. philadelfica*. (19,49,51)

Reino.....Vegetal
 Subreino.....Embryobionta
 División.....Magnoliophyta
 Clase.....Magnoliopsida
 Subclase.....Asteridae
 Orden.....Solanales
 Familia.....Solanacea
 Género.....Physalis

Otros nombres que recibe el cultivo es: Alquequenje, Camambu, Capuli, Chamico, Guchuvo, Milltomate, Tomate, Tomate de Campo, Tomatillo, Uchuba, Uvilla (3,35,42), tomate de cáscara, tomate verde o tomate fresadilla (40); y con el nombre científico de *Physalis ixocarpa*.

Los "Tomatl" (en idioma nahuatl) o plantas de frutos acinosos (*Physalis* spp.) agrupan a varias plantas entre ellas aquellas cuya característica es que el fruto está cubierto por una membrana (3,50). Se reconocían otros como el Coyotomatl y el Epatomatl, el nombre actual de la especie más conocida, *P. ixocarpa*, ahora tomate verde, para diferenciarlo del jitomate de frutos rojos (42). Según Peña y Márquez (47) en México el género *Physalis* comprende más de 80 especies, distribuidas principalmente en América siendo *P. peruiana* y *P. ixocarpa* las únicas que se cultivan. La especie *P. ixocarpa*, originaria de México, cultivada por los Aztecas desde épocas prehispánicas y crece en forma silvestre a lo largo de la vertiente del Pacífico, desde California hasta Guatemala, donde se encuentran gran cantidad de tipos criollos cultivados (47). De este fruto verde, redondo, de sabor ácido; se hace una salsa muy agradable que mejora el sabor de casi todas las viandas y alimentos, estimulando el apetito (3,30,47), así como también se le atribuyen cualidades medicinales (47).

El cultivo del miltomate en Guatemala es reportado como una de las especies de *Physalis* spp que se encuentran en forma silvestre y/o maleza, únicamente *P. philadelphica* Lam es la que se cultiva en algunos lugares del país, presentando alta variabilidad de fruto, tamaño, sabor y color (3), así como firmeza del fruto, hábito de crecimiento precocidad y rendimiento, entre otras características, lo que hace factible pensar obtener incrementos en el rendimiento y calidad externa del fruto mediante fitomejoramiento (47).

Además de ser una planta autoincompatible que la excluye de la autofecundación (47). La región del altiplano occidental es importante como el altiplano central en cuanto al cultivo del Miltomate (5,6,7). Este se

los que radica la importancia del tomate de cáscara es su ciclo de vida corto, aproximadamente de 85 a 90 días desde la siembra a la senectud, lo que facilita conocerlo (7).

Pinto (49) reporta un periodo máximo de 30 días para llegar a desarrollar el nivel de plántula a partir del momento de siembra. Mientras que Peña (48) al evaluar tres variedades de Miltomate encontró que el número de cortes y número de frutos así como peso por fruto fueron estadísticamente iguales cuando el trasplante se realizó a los 15, 22, 29 días de edad; concluyendo que la mejor edad de trasplante está entre los 22 y 29 días, ya que después de esta última edad el rendimiento se reduce significativamente respecto a los 22 días.

Para Osuna (42) la semilla de tomate de cáscara, tanto en forma cultivada como silvestre, presenta latencia, la cual puede romperse con aplicaciones de ácido giberélico en concentraciones de 100 a 200 ppm durante 24 horas, obteniéndose hasta 58% de germinación (Olivera, 1984). Orduña et al (43) señalan que probablemente no existe latencia en tomate de cáscara, sino falta de madurez de la semilla al momento de la cosecha de frutos maduros comercialmente, los cuales completan el desarrollo de la semilla después de un tiempo de almacenamiento, aumentando el porcentaje de germinación a medida que éste se prolonga. Cualquiera que sea el caso, lo evidente es la falta de una técnica adecuada que permita obtener semilla de buena calidad.

3.2.2.2. Determinación taxonómica de Tillandsia caput-Medusae E. Morren

(8)

Reino.....Vegetal
 Subreino.....Embryobionta
 División.....Magnoliophyta

Clase.....Liliopsida
 Subclase.....Bromeliridae
 Orden.....Bromelirales
 Familia.....Bromeliaceae
 Subfamilia.....Tillandsioideae
 Género.....Tillandsia

Al cultivo, de Tillandsias, se les conoce también con los nombres de Barba de Palo, Barba Española, Cabello de Rey, Caraguata, Grin Vegetal, Curujey, Guacamaya, Guajaca, Guajaquilla, Melena, Musgo Blanco, Musgo Español, Salvagina, Tecolumate, Yaichihue (52). En la naturaleza podemos encontrar a las bromelias en tres tipos diferentes de habitat:

- a) como epíphytas (sobre árboles)
- b) en el suelo, terrestres
- c) Xerophytas (en lugares soleados y/o superficies rocosas).

Los días necesarios para que la semilla de Tillandsia germine, después de la siembra, es de aproximadamente 20 días, pudiendo ser más.

Winkler (1970) citado por Gómez (20) reporta que las bromelias representan una de las familias que con mayor éxito ha colonizado los ecosistemas tropicales por su poder de adaptación; apareciendo posiblemente antes de 80 millones de años.

Las especies epifitas tuvieron que conquistar nichos ecológicos atmosféricos en las copas de los árboles, particularmente la sub-familia Tillandsioideae (20).

Renzing (8) explica como estas plantas logran captar agua y nutrientes a través de sus hojas, en T. caput-Medusae se encontró significativas cantidades de nitrógeno en evidencias obtenidas que indican que los nutrientes se alojan o anidan en la hoja y desde allí son absorbidas

rápidamente y traslocadas através del cuerpo de la planta. Así las hojas asumen la función de las raíces, encargándose de tomar agua y nutrientes (38). Estas plantas han desarrollado sofisticados caminos de sobrevivencia sin raíces, en su lugar, "tricomas", los tricomas son escamas sobre las hojas que crean una peluza aparente (24). Una de estas funciones es la transferencia de agua de la superficie de la hoja al interior de las células (24).

Hamrick (24) reportó que la ausencia de luz para Tillandsias durante seis meses no las afectó, agregando a esto que las mismas no recibieron ninguna dosis de agua mientras estuvieron embaladas en cajas y transportadas alrededor del mundo.

Para Fernández (16), existen Tillandsias como *T. recurvata* L. que son malezas epifitas, éstas se encuentran distribuidas en una amplia región desde el sur de los E.E.U.U. hasta la porción central de Argentina. Como en todas las Tillandsias su principal forma de propagación es através de pequeñas semillas (2-3 mm de longitud) plumosas y contenidas en cápsulas triloculares que son dispersadas por el viento (16).

Los estudios de germinación son muy escasos para este género según Penfound y Deiler (46), ellos no consiguieron inducir la germinación de *T. usneoides*; sugiriendo la existencia de post-maduración (16).

Así también Fernández (16) demostró que las semillas de *T. usneoides* resultan viables desde varios meses antes que se produzca la dehiscencia natural de las cápsulas.

La mayoría de las especies de la subfamilia Tillandsioidae no supera los seis meses y según Benzing (8) esta puede ser maximizada en todas las Bromeliaceas, conservando las semillas en lugares frescos y relativamente secos (16).

4. OBJETIVOS

1. Determinar el efecto de cuatro compuestos químicos en tres concentraciones cada uno y dos épocas de almacenamiento, usados como osmo-acondicionantes (OC) en la semilla de P. philadelphia Lam, sobre la vigorosidad de germinación, a nivel laboratorio.
2. Determinar el efecto de cuatro compuestos químicos en tres concentraciones cada uno, usados como OC en la semilla de P. philadelphia Lam, sobre el crecimiento medido a nivel de campo.
3. Determinar el efecto de la interacción de los osmoacondicionantes y época de almacenamiento sobre la vigorosidad de germinación y crecimiento de las semillas de P. philadelphia Lam.
4. Determinar a nivel laboratorio el efecto de cuatro compuestos químicos en tres concentraciones cada uno usados como OC en la semilla de T. caput-Medusae E. Morren, sobre la vigorosidad de germinación y crecimiento.
5. Determinar el efecto de la interacción de los osmoacondicionantes y época de almacenamiento sobre la vigorosidad de germinación y crecimiento de las semillas osmoacondicionadas de T. caput-Medusae E. Morren.

5. HIPOTESIS

1. Los compuestos químicos osmo-acondicionantes (OC) de la semilla en evaluación inducirán una vigorosa germinación independientemente del periodo (época) de almacenamiento de la semilla de *P. philadelphia* Lam y *T. caput-Medusae* E. Morren.
2. Por lo menos uno de los dos periodos de almacenamiento de la semilla de *P. philadelphia* Lam y *T. caput-Medusae* E. Morren, provocará una vigorosa germinación de la plántula independientemente de los compuestos OC.
3. Por lo menos uno de los cuatro compuestos químicos OC a evaluar, estimularán el crecimiento medido mediante el largo y peso de materia de la plántula de *P. philadelphia* Lam y *T. caput-Medusae* E. Morren en los sustratos evaluados.
4. Que la interacción época por tratamiento mostrará en ambos cultivos de *P. philadelphia* Lam y *T. caput-Medusae* E. Morren, importante relación entre la época y el tratamiento osmo-acondicionante aplicado.

6. METODOLOGIA

6.1. Selección de los tratamientos

Tomando como base las investigaciones realizadas por Aljaro y Wyneken (2), así como Rermúdez (10), se determinaron los compuestos químicos osmo-acondicionantes (OC) a utilizar así como parte de la metodología del presente trabajo. Los doce tratamientos fueron comparados con un testigo relativo, el cual estuvo imbibido en agua destilada y un testigo absoluto (cuadro 1).

Cuadro 1. Número de tratamiento, compuesto químico osmo-acondicionante (OC), concentración osmótica teórica en g/10ml. Calculada a una temperatura laboratorio de 20°C.

No. de tratamiento	Compuesto OC	Concentración osmótica en g/10ml.	Concentración osmótica teórica.
1	PEG 6000	1.3818	-10 bar
2	PEG 6000	1.6575	-12 bar
3	PEG 6000	1.9347	-14 bar
4	NaCl	0.9648	-10 bar
5	NaCl	1.1657	-12 bar
6	NaCl	1.3783	-14 bar
7	MgSO4	0.4723	-10 bar
8	MgSO4	0.5665	-12 bar
9	MgSO4	0.6613	-14 bar
10	SUCROSA	2.4219	-10 bar
11	SUCROSA	2.9050	-12 bar
12	SUCROSA	3.3910	-14 bar
13	H2O TESTIGO RELATIVO	10 ml	0 bar
14	TESTIGO ABSOLUTO	-----	-----

6.1.1. Preparación de los tratamientos

La solución OC que se utilizó fue en función del volumen de la semilla tal como lo recomienda Monroy (39), siendo necesarios 2cc de cada solución

para permitir la imbibición de las semillas en frascos pequeños de $\emptyset.05$ cms de diámetro por 2 cms de alto.

Con los tratamientos el período de exposición o imbibición de las semillas fue de 9 días, de acuerdo a los trabajos que sobre OC han realizado Aljaro y Wyneken (2).

6.1.2. Epocas de almacenamiento

Las épocas evaluaron el efecto del osmo-acondicionante en la semilla de la siguiente manera: primero se tomó un grupo de cien semillas tratadas las cuales se sembraron, llamándosele época uno, y otro grupo de cien semillas por tratamiento se almacenaron por veintiún días, antes de proceder a sembrarlas, llamándosele época dos.

6.2. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar con tres repeticiones en un arreglo de Serie de Experimentos en el tiempo. Los tratamientos utilizados para el osmo-acondicionamiento de las semillas de la época uno y época dos son los enumerados en el cuadro 1.

La unidad experimental de cada tratamiento en cada época estuvo conformada por cien semillas.

6.3. Tamaño de la unidad experimental para *P. philadelphia* Lam a nivel de campo y laboratorio.

La parcela (semillero) midió $\emptyset.80$ m de ancho por 9.0 m de largo. Distancia entre plántulas, no hubo dado que se sembró al chorrillo.

Se utilizaron bandejas con dimensiones de $\emptyset.40$ m de largo por $\emptyset.35$ m de ancho. Distancia entre plántulas $\emptyset.5$ cm, el sustrato utilizado fue papel filtro.

6.4. Tamaño de la unidad experimental de *T. caput-Medusae* E. Morren a nivel laboratorio.

El tamaño de la unidad experimental se limitó al tamaño de la caja petri (9.0 cm de diámetro) utilizada para cada uno de los tratamientos, el sustrato utilizado fue papel filtro.

6.5. Variables respuesta a nivel laboratorio para *P. philadelfica* Lam que identifican la vigorosidad de germinación.

El período de germinación fue a los seis días y éste se marcó cuando el cincuenta por ciento de la plántula había emergido la plúmula fuera de la testa. También se tomó el número de semillas que a los 27 días después de la siembra no germinaron llamadas semillas vivas por permanecer duras y el número de semillas suaves o llamadas semillas muertas, largo del epicotilo (plúmula), el largo de hipocotilo, el peso de la materia fresca y el peso de la materia seca de la plántula el cual fue obtenido luego de deshidratarlas por 24 horas a 35°C; los pesos se evaluaron en gramos y las mediciones en centímetros.

6.5.1. Variables de respuesta a nivel de campo para *P. philadelfica* Lam que identifican la vigorosidad del crecimiento.

El crecimiento se midió en base al peso de la materia fresca, el largo de tallo y el largo de raíz, a una edad de transplante de veintisiete días; utilizando una balanza y una regla graduada respectivamente. La materia seca, se evaluó en gramos se midió una vez deshidratada la plántula durante 24 horas a 35°C.

6.6. Variables respuesta para *T. caput-Medusae* E. Morren a nivel laboratorio que identifican la vigorosidad de la germinación y crecimiento.

En *Tillandsia* se determinó el número de semilla germinada 20 días después de la siembra y número de semilla viva o semilla no germinada hasta los 45 días después de la siembra para identificar la vigorosidad de germinación.

germinación.

A los 45 días después de la siembra, se evaluó el peso de la materia fresca y tamaño de la plántula; variables utilizadas para identificar la vigorosidad de crecimiento, utilizando como instrumentos de medición balanza y vernier.

6.7 Manejo del experimento

6.7.1. Preparación del semillero

La preparación del sustrato consistió en una desinfección del semillero con Foxin (Volatón) al 10% , el tamaño del semillero fue de 0.8 m de ancho por 9 m de largo. Luego 2 días antes de sembrar la semilla y 10 días después de germinada se aplicó el fungicida sistémico Truban metil·piofanato (Banrot), en dosis de 0.006 kg en 5 gls de agua.

El sustrato se conformó por materia orgánica, fertilizante químico 15-15-15 y piedra pómez. El Cuadro 14 A indica la disponibilidad de nutrientes luego de la preparación del semillero. Cada prueba experimental fue debidamente identificada y se tomó como parcela neta a las 100 plántulas de donde se tomaron 20 para su evaluación y registro.

El riego se aplicó de 3 a 4 veces por semana en forma de niebla asperjada.

6.7.2. Preparación del laboratorio

Se preparó y desinfectó el lugar de trabajo 24 horas previo de iniciar la investigación; se aplicó formaldehído al 1.5% de solución luego de lavar con agua y jabón las cámaras de germinación, mesa de trabajo, bandejas y pinzas. Finalmente se llevaron a la autoclave todas las cajas de petri utilizadas esterilizándolas. Las semillas se lavaron con jabón Tween 20 usando 4 gotas/25 ml de agua y se desaguaron con agua destilada, procediendo a secarlas con papel absorbente y sometiéndolas inmediatamente al

tratamiento correspondiente según la técnica osmo-acondicionante para luego proceder al almacenamiento o a la siembra del lote de cada especie. El almacenamiento se llevó a cabo en bolsas estériles de aluminio. Para el control de la temperatura y humedad se utilizó un termohidrógrafo, figuras 1 A y 2 A.

6.8. Análisis de la información

El diseño experimental utilizado fue un completamente aleatorizado con un arreglo de Serie de Experimentos en el Tiempo, en donde el modelo estadístico del diseño es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + \pi_i + B_{ij} + T_k + (\pi T)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde: $i=1,2.$ $j=1,2,3.$ $k= 1,2...14$

M	=Efecto común a todas las observaciones
π_i	=Efecto de la época i
B_{ji}	=Efecto del bloque j dentro de la época i
T_k	=Efecto del tratamiento K
$(\pi T)_{ik}$	=Efecto de la interacción entre tratamiento K y época i
Y_{ijk}	=Valor de la característica en estudio observado en época i en el bloque j en el tratamiento k.
E_{ijk}	=Error de observación sobre la unidad experimental (ijk).

Fue necesario ajustar los datos originales por medio del método de la raíz cuadrada de $X+1$; técnica utilizada cuando la distribución de los valores de las variables observadas no presenta un comportamiento normal. Luego de lo

cual se practicó el análisis de varianza con un 95% de significancia y una prueba múltiple de medias Duncan a las variables que mostraron significancia.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Efecto del Osmo-acondicionamiento y épocas de almacenamiento sobre las variables evaluadas en el cultivo de miltomate (*P. philadelfica* Lam).

7.1.1 En condiciones de laboratorio

El análisis de varianza cuadro 2, indica que el factor almacenamiento influyó estadísticamente sobre las variables largo de hepicotilo y número de semilla muerta; el factor peso de materia fresca y germinación a los seis días después de la siembra.

Para la interacción tratamiento por época influyó estadísticamente sobre las variables largo de hepicotilo y número de semilla muerta.

En el cuadro 3 se presenta la prueba de medias para las variables largo de hepicotilo, número de semillas sin germinar y número de semillas muertas. Siendo la época uno la que presentó los valores de medias más altos para las variables largo de hepicotilo y número de semillas sin germinar, no así para el número de semilla muerta. Es decir que el tiempo de almacenamiento si afecta la vigorosidad de germinación independientemente de los tratamientos.

En los cuadros 4 y 5 se presentan las pruebas de medias para las variables materia fresca y semilla germinada a los 6 días luego de la siembra; se observa que los OC: PEG, NaCl y MgSO₄ estimularon la producción de materia fresca y germinación de igual manera que lo hizo el Testigo Absoluto; no así el tratamiento con Agua Destilada y Sucrosa cuyo efecto fue no significativo sobre las variables evaluadas.

En el cuadro 6 se presenta la prueba de medias para la interacción: tratamiento y época sobre las variables largo de hepicotilo y número de semillas muertas. Para la variable largo de hepicotilo el tratamiento que presentó el valor más alto fue NaCl con la época uno.

CUADRO 2. F CALCULADA Y PROBABILIDAD SIGNIFICATIVA PARA LAS VARIABLES LARGO DE HIPOCOTILO, LARGO DE HEPICOTILO, MATERIA FRESCA, MATERIA SECA, NUMERO DE SEMILLA GERMINADA 6 DIAS DESPUES DE SEMBRADA, NUMERO DE SEMILLA SIN GERMINAR Y NUMERO DE SEMILLA MUERTA; OBSERVADA DURANTE LA GERMINACION DE LA SEMILLA DE MILTOMATE A NIVEL LABORATORIO.

	GL	LARGO HIPOCOTILO (cm)		LARGO HEPICOTILO (cm)		MATERIA FRESCA (gr)		MATERIA SECA (gr)		NUMERO DE SEMILLAS SIN GERMINAR		NUMERO DE SEMILLA GERMINADA A LOS 6 DIAS DESPUES DE SEMBRADA		NUMERO DE SEMILLA MUERTA	
		Fc*	Pr>F	Fc*	Pr>F	Fc*	Pr>F	Fc*	Pr>F	Fc*	Pr>F	Fc*	Pr>F	Fc*	Pr>F
Epoca	1	59.85	0.0001	0.19	0.6677	1.06	0.309	1.87	0.1772	5.83	0.0193	2.44	0.1245	138.72	0.0001
Bloque (Epoca)	4														
Tratamientos	13	0.66	0.7881	1.269	0.2651	2.39	0.0134	0.91	0.5490	1.38	0.1996	3.073	0.0135	2.71	0.0055
Epoca x Trat.	13	0.51	0.9052	1.93	0.0472	0.52	0.89	0.96	0.4980	1.09	0.3890	1.131	0.5795	2.71	0.0055
Error	52														
Total	83														
C.V.%		8.75		1.236		0.706		0.27		23.7		14.99		28.6	

Fc* = F CALCULADA

CUADRO 3. COMPARACION DE MEDIAS DUNCAN PARA EL FACTOR EPOCA OBSERVADA A NIVEL DE LABORATORIO, EN LAS VARIABLES LARGO DE HIPOCOTILO, NUMERO DE SEMILLA SIN GERMINAR Y NUMERO DE SEMILLA MUERTA EN EL CULTIVO DE MILTOMATE.

F.V.	LARGO HIPOCOTILO (cm)	NUMERO DE SEMILLA SIN GERMINAR	NUMERO DE SEMILLA MUERTA
EPOCA I	1.6851 a	4.982 a	1.00 b
EPOCA II	1.4533 b	4.395 b	2.16 a

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

CUADRO 4. PRUEBA MULTIPLE DE MEDIAS PARA EL FACTOR TRATAMIENTO UTILIZANDO EL COMPARADOR DUNCAN SOBRE LA VARIABLE MATERIA FRESCA DEL CULTIVO DE MILTOMATE. OBSERVADA A NIVEL LABORATORIO UTILIZANDO CUATRO COMPUESTOS QUIMICOS OSMOACONDITIONANTES EN TRES DILUSIONES CADA UNO.

PRESION OSMOTICA TEORICA Y NOMBRE DEL TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
PEG -12bar	1.037	a
PEG -10 bar	1.036	a
NaCl -12 bar	1.034	a
PEG -14 bar	1.033	a
NaCl -10 bar	1.031	a b
Testigo absoluto 0 bar	1.030	a b
MgSO4 -12 bar	1.029	a b
NaCl -14 bar	1.027	a b
MgSO4 -10 bar	1.026	b
Sucrosa -14 bar	1.026	b
Testigo Relativo 0 bar	1.026	b
Sucrosa -12 bar	1.024	b
Sucrosa -10 bar	1.023	b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

CUADRO 5. PRUEBA MULTIPLE DE MEDIAS PARA EL FACTOR SEMILLA GERMINADA A LOS SEIS DIAS DESPUES DE SEMBRADA UTILIZANDO EL COMPARADOR DUNCAN A NIVEL LABORATORIO EN EL CULTIVO DE MILTOMATE.

PRESION OSMOTICA TEORICAS Y NOMBRE DEL TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
PEG -12 bar	8.82	a
MgSO4 -14 bar	8.55	a
PEG -10 bar	8.55	a
NaCl -10 bar	8.35	a
PEG -14 bar	8.32	a
NaCl -12 bar	8.26	a
MgSO4 -10 bar	8.26	a
Testigo Absoluto 0 bar	7.65	a b
MgSO4 -12 bar	7.52	a b
Sucrosa -12 bar	7.49	a b
Sucrosa -14 bar	7.31	a b
NaCl -14 bar	7.11	b
Sucrosa -10 bar	6.89	b
Testigo Relativo 0 bar	6.46	b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

CUADRO 6. PRUEBA MULTIPLE DE MEDIAS DUNCAN PARA LA INTERACCION EPOCA POR TRATAMIENTO SOBRE LA VARIABLE LARGO DE HEPICOTILO DEL CULTIVO DE MILTOMATE OBSERVADA A NIVEL LABORATORIO EN DOS EPOCAS.

EPOCA	No. DE TRATAMIENTO	NOMBRE DEL TRATAMIENTO Y PRESION OSMOTICA TEORICA	MEDIA	SIGNIFICANCIA
1	6	NaCl -14 bar	1.618	a
2	1	PEG -10 bar	1.1803	b
2	3	PEC -14 bar	1.1789	b
2	6	NaCl -14 bar	1.174	b c
2	7	MgSO ₄ -10 bar	1.173	b c
1	14	T. Absoluto 0 bar	1.1718	b c
1	10	Sucrosa -10 bar	1.1704	b c
1	2	PEG -12 bar	1.1675	b c
1	12	Sucrosa -14 bar	1.1675	b c
1	9	MgSO ₄ -14 bar	1.1670	b c
1	8	MgSO ₄ -12 bar	1.1670	b c
2	14	T absoluto 0 bar	1.1661	b c
1	1	PEG -10 bar	1.166	b c
2	8	MgSO ₄ -12 bar	1.1647	b c
2	5	NaCl -12 bar	1.1647	b c
1	11	Sucrosa -12 bar	1.1632	b c
2	13	T. Relativo 0 bar	1.1603	b c
1	5	NaCl -12 bar	1.16	b c
2	9	MgSO ₄ -14 bar	1.1561	b c
2	11	Sucrosa -12 bar	1.1546	b c
2	10	Sucrosa -10 bar	1.1546	b c
2	12	Sucrosa -12 bar	1.1503	b c
1	3	PEG -14 bar	1.1487	b c
2	4	NaCl -10 bar	1.1474	b c
1	4	NaCl -10 bar	1.1473	b c
1	13	T. Relativo 0 bar	1.1473	b c
1	7	MgSO ₄ -10 bar	1.1459	b c
2	2	PEG -12 bar	1.1458	b c

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

Para las variables número de semillas muertas (cuadro 7), el tratamiento que afectó más la semilla fue la Sucrosa -10 bar y $MgSO_4$ -10 bar en la época 2; lo que es corroborado con la variable germinación a los seis días, donde con la Sucrosa se obtuvo la germinación más baja; y los valores más altos con PEG en la época uno.

Apoyándonos en la Teoría de la Germinación, vemos que con respecto a la Sucrosa, ésta pudo involucrarse una vez hidratada la semilla (estado inicial de imbibición), hasta llegar a metabolizarse como azúcar; pero al no lograr en ese momento un sustrato ideal para germinar, el almacenamiento mismo inhibió el ciclo que dió como resultado la muerte de la semilla. Consecuencia similar cuando la semilla se imbibió en agua destilada en donde el metabolismo se afectó especialmente durante la época de almacenamiento. Con respecto al osmoacondicionante NaCl presión teórica -14 bar, la manera de inducir la muerte de la semilla, parece ser que consistió en inhibir el estado inicial de hidratación plasmática, produciéndole estrés que lo indujo a la muerte en la época dos; no así en la época uno, en donde este estrés fue soportable (cuadro 6), y hasta beneficioso en comparación a los demás tratamientos.

CUADRO 7. PRUEBA MULTIPLE DE MEDIAS EN LA INTERACCION EPOCA POR TRATAMIENTO UTILIZANDO EL COMPARADOR DUNCAN EN LA VARIABLE NUMERO DE SEMILLAS MUERTAS DE MILTOMATE NIVEL LABORATORIO.

EPOCA	No. DE TRATAMIENTO	PRESION OSMOTICA TEORICA Y NOMBRE DEL TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
2	10	Sucrosa - 10 bar	3.33	a
2	7	MgSO ₄ - 10 bar	3.00	a
2	6	NaCl - 14 bar	2.67	a b
2	12	Sucrosa - 14 bar	2.67	b
2	3	PEG - 14 bar	2.33	b
2	8	MgSO ₄ - 12 bar	2.33	b
2	11	Sucrosa - 12 bar	2.33	b
2	9	MgSO ₄ - 14 bar	2.00	b
2	13	T. Relativo 0 bar	2.00	b
2	2	PEG - 12 bar	1.67	b c
2	1	PEG - 10 bar	1.67	b c
2	14	T Absoluto 0 bar	1.67	b c
2	5	NaCl - 12 bar	1.33	c
2	4	NaCl - 10 bar	1.33	c
1	14	T Absoluto 0 bar	1.00	d
1	13	T Relativo 0 bar	1.00	d
1	12	Sucrosa - 14 bar	1.00	d
1	11	Sucrosa - 12 bar	1.00	d
1	10	Sucrosa - 10 bar	1.00	d
1	9	MgSO ₄ - 14 bar	1.00	d
1	8	MgSO ₄ - 12 bar	1.00	d
1	7	MgSO ₄ - 10 bar	1.00	d
1	6	NaCl - 14 bar	1.00	d
1	5	NaCl - 12 bar	1.00	d
1	4	NaCl - 10 bar	1.00	d
1	3	PEG - 14 bar	1.00	d
1	2	PEG - 12 bar	1.00	d
1	1	PEG - 10 bar	1.00	d

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

7.1.2 En condiciones de campo.

No se presentó diferencia significativa en la interacción (cuadro 8) para las variables: peso materia fresca, peso materia seca, largo de tallo y largo de raíz. Es decir se comportaron igual. Únicamente el factor Época (cuadro 8 y 9) mostró diferencia significativa respecto a las variables largo de tallo, materia fresca y seca, siendo la época uno la que a nivel de campo, mayor media significativa presentó. Lo que significa que el almacenamiento como tal "afecta" tanto a la semilla tratada OC como a la semilla sin tratamiento OC.

CUADRO 8. F CALCULADA Y PROBABILIDAD SIGNIFICATIVA PARA LAS VARIABLES MATERIA FRESCA, MATERIA SECA, LARGO DE TALLO Y RAIZ DE LA PLANTA OBSERVADA EN EL CULTIVO DE MILTOMATE A NIVEL DE CAMPO A LA EDAD DE VEINTISIETE DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

F.V.	GL	MATERIA FRESCA (gramos)		MATERIA SECA (gramos)		LARGO DE TALLO (cms)		LARGO DE RAIZ (ca)	
		F CALCULADA	Pr>F	F CALCULADA	Pr>F	F CALCULADA	Pr>F	F CALCULADA	Pr>F
Epoca	1	22.53	0.0001	23.81	0.0001	50.93	0.0001	0.00	0.9609
Bloque (Epoca)	4								
Tratamientos	13	0.81	0.6485	0.92	0.5364	0.97	0.4907	0.99	0.4724
Epoca x Trat.	13	0.65	0.7966	1.09	0.3873	0.50	0.9133	0.89	0.5660
Error	52								
Total	83								
C.V.%		26		14.6		12.2		24.3	

CUADRO 9. COMPARACION DE MEDIAS DUNCAN PARA EL FACTOR EPOCA OBSERVADA A NIVEL DE CAMPO, EN LAS VARIABLES MATERIA FRESCA, MATERIA SECA Y LARGO DE TALLO EN CULTIVO DE MILTOMATE.

F.V.	MATERIA FRESCA (gr)	MATERIA SECA (gr)	LARGO DE TALLO (cm)
EPOCA I	4.61 a	1.69 a	3.02 a
EPOCA II	3.52 b	1.45 b	2.50 b

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

7.2 Efecto del osmo-acondicionamiento y época de almacenamiento sobre las variables observadas en el cultivo de *Tillandsia* (*T. caput-Medusae* E. Morren).

De las variables observadas: tamaño y peso de materia fresca de la plántula, número de semilla sin germinar a 45 días y germinada 20 días después de sembrada (cuadro 10). Únicamente la variable número de semilla sin germinar a 45 días y germinada 20 días después de sembrada presentan alta significancia en la interacción época por tratamiento.

El cuadro 12, presenta la prueba múltiple de medias para la variable número de semilla sin germinar (semilla viva) en donde la época dos influyó sobre la germinación, el menor número de semillas sin germinar a los cuarenta y cinco días después de sembrada la semilla de *Tillandsia* se obtuvo con los tratamientos testigo relativo, PEG -10, -12, y -14 bar, Sucrosa -14 bar y testigo absoluto, todos pertenecientes a la época uno.

El mayor número de semilla germinada a los veinte días después de sembrada se observó en la época uno, (cuadro 11) con los mismos tratamientos que afectaron hasta los cuarenta y cinco días después de la siembra, además, igualmente significativos se obtuvieron los tratamientos MgSO₄ -12 bar, MgSO₄ -14bar, Sucrosa -10bar, MgSO₄ -10 bar y Sucrosa -12bar (cuadro 12).

Con lo observado en los cuadros 11 y 12 podemos estimar que no todos los tratamientos que inicialmente provocaron germinación pertenecieron a la época uno y fueron capaces de seguir induciéndola hasta los cuarenta y cinco días después de la siembra, es decir la vigorosidad de germinación se observó únicamente en los tratamientos PEG -10bar, PEG -12 bar, PEG -14 bar, Sucrosa -14 bar, testigo relativo y testigo absoluto.

Los tratamientos osmo-acondicionantes de la época uno realizados con NaCl (cuadro 11) mostraron las medias más bajas; que las expresadas por los tratamientos de la época dos en donde el almacenamiento y el osmo-acondicionamiento afectaron la germinación de la semilla tratada. La respuesta anterior se puede considerar ligada a que esta especie de Tillandsia se encuentra generalmente en lugares que ofrecen un nicho húmedo, hidratante, como el nicho de las copas de los árboles. Caso contrario a la deshidratación que es capaz de producir el NaCl.

CUADRO 10. F CALCULADA Y PROBABILIDAD SIGNIFICATIVA PARA LAS VARIABLES TAMAÑO Y MATERIA FRESCA DE PLANTULAS, SEMILLAS SIN GERMINAR A LOS 45 DIAS DESPUES DE SEMBRADA Y NUMERO DE SEMILLA GERMINADA A LOS VEINTE DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA; OBSERVADA EN EL CULTIVO DE TILLANDSIA.

F.V.	GL	TAMAÑO (cms)		MATERIA FRESCA (gramos)		NUMERO DE SEMILLA GERMINADA 20 DIAS DESPUES DE SEMBRADA		NUMERO DE SEMILLAS SIN GERMINAR (45 DIAS)	
		F CALCULADA	Pr>F	F CALCULADA	Pr>F	F CALCULADA	Pr>F	F CALCULADA	Pr>F
Epoca	1	1.02	0.3166	0.80	0.4529	432.55	0.0001	289.41	0.0001
Bloque (Epoca)	4								
Tratamientos	13	0.932	0.97	0.96	0.50	13.79	0.0001	11.97	0.0001
Epoca x Trat.	13	0.8116	0.95	0.97	0.49	10.34	0.0001	8.38	0.0001
Error	50								
Total	81								
C.V.%		83.0		82		16.8		16.8	

CUADRO 11. PRUEBA MULTIPLE DE MEDIAS PARA LA INTERACCION EPOCA POR TRATAMIENTO, UTILIZANDO EL COMPARADOR DUNCAN PARA LA VARIABLE GERMINACION 20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRAS, EN TILLANDSIA OBSERVACION EN DOS EPOCAS.

EPOCA	No. DE TRATAMIENTO	PRESION OSMOTICA TEORICA Y NOMBRE DEL TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
1	3	PEG -14 bar	9.81	a
1	12	Sucrosa -14 bar	9.712	a
1	1	PEG -10 bar	9.643	a
1	2	PEG -12 bar	9.50	a
1	11	Sucrosa -12 bar	9.396	a
1	14	T. Absoluto 0 bar	9.39	a
1	7	MgSO ₄ -10 bar	9.24	a
1	13	T. Relativo 0 bar	9.22	a
1	10	Sucrosa -10 bar	9.19	a
1	9	MgSO ₄ -14 bar	8.64	a
1	8	MgSO ₄ -12 bar	6.73	a
2	11	Sucrosa -12 bar	5.62	a b
2	14	Testigo Absoluto 0 bar	2.90	a b
1	4	NaCl -10 bar	1.95	b
2	2	PEG -12 bar	1.68	b
2	4	NaCl -10 bar	1.41	b
2	1	PEG -10 bar	1.00	b
2	3	PEG -14 bar	1.00	b
2	5	NaCl -12 bar	1.00	b
2	6	NaCl -14 bar	1.00	b
2	7	MgSO ₄ -10 bar	1.00	b
2	8	MgSO ₄ -12 bar	1.00	b
2	9	MgSO ₄ -14 bar	1.00	b
2	10	Sucrosa -10 bar	1.00	b
2	12	Sucrosa -14 bar	1.00	b
2	13	Testigo Relativo 0 bar	1.00	b
1	5	NaCl -12 bar	1.00	b
1	6	NaCl -14 bar	1.00	b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

CUADRO 12. PRUEBA MULTIPLE DE MEDIAS PARA INTERACCION EPOCA POR TRATAMIENTO UTILIZANDO EL COMPARADOR DUNCAN PARA LA VARIABLE NUMERO DE SEMILLAS SIN GERMINAR A LOS 45 PARA LA SEMILLA DE TILLANDSIA EN DOS EPOCAS DE TIEMPO.

EPOCA	No. DE TRATAMIENTO	PRESION OSMOTICA TEORICA Y NOMBRE DEL TRATAMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
2	13	Testigo Relativo 0 bar	10.04	a
2	12	Sucrosa -14 bar	10.04	a
2	10	Sucrosa -10 bar	10.04	a
2	9	MgSO ₄ -14 bar	10.04	a
2	8	MgSO ₄ -12 bar	10.04	a
2	7	MgSO ₄ -10 bar	10.04	a
2	6	NaCl -10 bar	10.04	a
2	5	NaCl -12 bar	10.04	a
2	4	NaCl -14 bar	10.04	a
2	3	PEG -14 bar	10.04	a
2	1	PEG -10 bar	10.04	a
1	5	NaCl -12 bar	10.04	a
1	6	NaCl -14 bar	9.98	a
1	4	NaCl -10 bar	9.80	a
2	14	T Absoluto 0 bar	8.10	a
2	2	PEG -12 bar	7.50	a
2	11	Sucrosa -12 bar	5.90	b
1	8	MgSO ₄ -12 bar	5.50	b
1	11	Sucrosa -12 bar	4.78	b c
1	9	MgSO ₄ -14 bar	4.15	b c
1	7	MgSO ₄ -10 bar	3.899	b c
1	10	Sucrosa -10 bar	3.74	b c
1	13	T. Relativo 0 bar	3.72	c
1	1	PEG -10 bar	2.98	c
1	2	PEG -12 bar	2.73	c
1	12	Sucrosa -14 bar	2.66	c
1	14	T. Absoluto 0 bar	2.42	c
1	3	PEG -14 bar	2.18	c

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

8. CONCLUSIONES

8.1 Efecto del osmo-acondicionamiento sobre las variables observadas en el cultivo de *P. philadelfica* Lam (Miltomate) en condiciones de laboratorio y campo.

- A) Los compuestos químicos osmo-acondicionantes de la semilla de Miltomate evaluada, no indujeron una mayor vigorosidad de germinación independientemente del período (época) de almacenamiento, medido a nivel laboratorio.
- B) Independientemente de los osmo-acondicionantes evaluados, el factor época uno indujo germinación superior a la obtenida en la época dos.
- C) A nivel laboratorio se presentó interacción de los factores evaluados sobre las variables largo de epicotilo y número de semillas muertas, parámetros que no son suficientes para concluir y determinar una vigorosa germinación.
- D) Ninguno de los compuestos químicos osmo-acondicionantes estimularon el crecimiento medido mediante el largo y peso de la plántula de miltomate a nivel de campo.

- 8.2. Efecto del osmoa-condicionamiento sobre las variables observadas en el cultivo de *T. caput-Medusae* E. Morren en condiciones de laboratorio.
- A) De los compuestos químicos osmo-acondicionantes evaluados en la semilla de *Tillandsia* ninguno superó a los testigos; sin embargo se descarta el uso de NaCl y MgSO₄ por los bajos valores de significancia alcanzados sobre la vigorosidad de la germinación.
 - B) La época uno, (semilla con cero días de almacenamiento); provocó la germinación independientemente de los osmo-acondicionantes utilizados.
 - C) Para el factor interacción se determinó significancia ante la variable semilla germinada a los veinte días; expresándose los valores de las medias más altas durante la época uno, indistintamente del osmo-acondicionante utilizado.
 - D) Ninguno de los compuestos químicos osmo-acondicionantes estimularon el crecimiento medido mediante el largo y el peso de la materia fresca de la plántula de *Tillandsia* de manera significativamente superior a los testigos.

9. RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se recomienda que la búsqueda de una vigorosa germinación y crecimiento sea en base a la reducción del tiempo en horas de imbibición con las soluciones ya experimentadas. Y/o la concentración a menores presiones osmóticas con la reducción en el número de días de almacenamiento, previo a la siembra. Excluyendo de la recomendación a los osmo-acondicionantes cloruro de sodio (NaCl) y sulfato de magnesio (MgSO₄) para las semillas de *T. caput-Medusae*. E. Morren por los efectos inhibidores observadas sobre germinación durante la presente investigación.

10. BIBLIOGRAFIA

1. ALIZAGA, G; ALIZAGA, R; HERRERA, J. 1987. Evaluación del vigor de la semilla de soya (Glycine max (L.) Merr) y su relación con la emergencia y el rendimiento. *Agronomía Costaricense (C.R.)* 11(2): 195-203.
2. ALJARO U., A; WYNEKEN H., L. 1985. Acondicionamiento osmótico de semillas de pimiento (Capsicum annum L.) y sus efectos sobre l. germinación y emergencia. *Agricultura Técnica (Chile)* 45(4):293-302.
3. AYALA, J.; PERA A; MULATO J. 1992. Caracterización de germoplasma de tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot.) en Chapingo México. *Chapingo (Mex)* 16 (79-80): 128-129.
4. AYERS, A. 1951. Seed germination as affected by soil moisture and soil moisture and salinity. *Agron. J.* 44:82-84.
5. AZURDIA P., C. 1983. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos fitogenéticos de Guatemala. *Tikalia (Gua)* 2(2):5-16
6. _____. 1984. La otra cara de las malezas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 18 p.
7. _____; GONZALEZ SALAN, M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 156 p.
8. BENZING, D. H. 1978. Germination and early establishment of Tillandsia circinnata Schlecht (Bromeliaceae) on some of its hosts and other supports in Southern Florida. *Selbyana* 5:95-106.

Citado por: FERNANDEZ, L.V.; BELTRANO, J.; CALDIZ, D.O. 1989. Germinación y longevidad de semillas de Tillandsia recurvata L. s.n.t.
9. BIDWELL, S. 1979. *Fisiología Vegetal*. México. AGT. 65, 71p.
10. BERMUDEZ, F.; ESTRADA G., A; CASTILLO, G., F. 1984. Germinación bajo presión osmótica alta de genotipos de sorgo Sorghum bicolor (L.) Moench seleccionados en pruebas de campo. *Chapingo (Mex)* 9 (43-44): 117-123.
11. CLAVIJO, J.; BAKER, J. 1988. Germinación, emergencia y crecimiento temprano de arroz rojo y cuatro variedades de arroz. *Agronomía Colombiana (Col)* 5(1-2): 3-7.
12. DIAZ, J. 1991. Evaluación del efecto de cinco productos químicos utilizados como estimuladores de la germinación, en la semilla de café (Coffea arabica L). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 67p.

13. DUFFUS, C.; SLAUGHTER, C. 1980. Las semillas y sus usos; almacenamiento y sobrevivencia de la semilla. México, A.G.T. Editor. 188p.
14. ENCICLOPEDIA DE tecnología química. 1962. México, UTEHA. tomo 11, p. 493-510.
15. ESCAMILLA, A; MELENDEZ R. 1990. Efecto de osmoacondicionamiento sobre la germinación de semillas de orégano Lippia berlandieri S.). Chapingo (Mex) 15(69-79):15
16. FERNANDEZ, L.V.; BELTRAND, J.; CALDIZ, D.O. 1989. Germinación y longevidad de semillas de Tillandsia recurvata L. s.n.t.
17. GARCIA, G. 1989. Respuesta de la semilla de tres especies forestales (Abies guatemalensis Rehder, Tectona grandis L. y Junglans guatemalensis M.) a varios tratamientos pregerminativos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 88 p.
18. GARTH, R.E. 1964. The ecology of spanish moss (Tillandsia usneoides) it growth and distribution. Ecology 45:470-458.

Citado por: FERNANDEZ, L.V.; BELTRAND, J.; D.O. 1989. Germinación y longevidad de semillas de Tillandsia recurvata L. s.n.t.
19. GENTRY, J.L.; STANLEY, P. 1974. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago, Natural History Museum. Fieldiana Botany. v.24, pt.10, nos. 1-2, p. 76-94.
20. GOMEZ, M.; SIEGHARD, W. 1991. Bromelias en manglares del Pacífico de Guatemala. Rev. Biol. Trop. (Gua) 39(2): 207-214.
21. GRAY, D; STECKEL, J.R.A. 1977. Effect of pre-sowing treatments of seeds on the germination and establishment of parsnip. J. Hort. Sci. 52:525-534.

Citado por: ALJARO U., A; WINEKEN H., L. 1985. Acondicionamiento de semillas de pimiento (Capsicum annuum L.) y sus efectos sobre la germinación y emergencia. Agricultura Técnica (Chile) 45 (4): 293-302.
22. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. 1991. Resumen de la información de la inspección de cuarentena vegetal sobre exportaciones e importaciones del comercio internacional. Guatemala. s.p.
23. ----- . INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1983. Mapa topográfico de la República de Guatemala, hoja cartográfica Ciudad de Guatemala, No. 2059-I. Guatemala. Esc. 1:5000. Color.
24. HAMRICK, D. s.f. Tillandsias can ship all over the world as long as someone opens the box in six weeks; Paul T. Isley III. s.n.t.

25. HERNANDEZ, R. 1990. Influencia del déficit hídrico en la germinación de Rottboellia exaltata bajo sequía simulada. *Agronomía Costarricense (C.R.)* 14(2):135-140.
26. HEPPELRY, P.R.; SINCLAIR, J.B. 1977. Aqueous polyethylene glycol solutions for treating soybean seeds with antibiotics. *Seeds Sci. & Technol.* 5:727-733.
- Citado por: KNYPL, J.S.; KHAN, A.A. 1981. Osmoconditioning of soybean seeds to improve performance at suboptimal temperatures. *Agronomy Journal* 73(1):112-116.
27. HEYDECKER, P.A.; COOLBEAR, F. 1977. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. *Seed Sci. Technol.* 5:353-425.
- Citado por: SZAFIROWSKA, A.; KHAN, A.A.; PECK, N. 1981. Osmoconditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. *Agronomy Journal* 73(5):845-848.
28. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1985. International rules for seed testing; rules for 1985. *Seed Sci & Technol.* 13:299-355.
- Citado por: JIMENEZ, J.; VALDEZ, T.; GARZA, J. 1991. Aspectos generales sobre la germinación de semillas de chile manzano (Capsicum pubescens R. & P. Chapingo (Mex) 15 (73-74):43-47.
29. JIMENEZ, J.; VALDEZ, T.; GARZA, J. 1991. Aspectos generales sobre la germinación de semillas de Chile manzano (Capsicum pubescens R & P. Chapingo (Mex) 15 (73-74):43-47.
30. JIMENEZ, R.; DOMINGUEZ, R.; PERA, A. 1992. Plagas insectiles del tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot.) en Chapingo, México. *Chapingo (Mex)* 16 (77):75.
31. KAMLA, K.P. 1967. Genética de autoincompatibilidad en Physalis ixocarpa, Brot. *Amer. Bot.* 44:879-887.
- Citados por: PENA, A.; MARQUEZ, S. 1990. Mejoramiento genético de tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot), Chapingo (Mex) 15 (71-72):84.
32. KHAN, A.A; et al. 1978. Osmotic conditioning of seed: physiological and biochemical changes. *Acta Hort* 82: 267- 278.
- Citado por: KNYPL, J.S.; KHAN, A.A. 1981. Osmoconditioning of soybean seeds to improve performance at sub optimal temperatures. *Agronomy Journal* 73(1):111-116.
33. KNYPL, J.S.; KHAN, A.A. 1981. Osmoconditioning of soybean seeds to improve performance at suboptimal temperatures. *Agronomy Journal* 73(1):112-116.

34. LAGERWERFF, J.V.; OGATA, G.; EAGLE, H.E. 1961. Control of osmotic pressure of culture solutions with polyethylene glycol. *Science* 133:1486-1487.

Citado por: BERMUDEZ, F.; ESTRADA G., A. CASTILLO G., F. 1984. Germinación bajo presión osmótica alta de genotipos de sorgo Sorghum bicolor (L.) Moench seleccionados en pruebas de campo. *Chapingo (Mex)* 9 (43-44): 117-123.

35. LEES, P. 1991. Semilla imprimada: pronta para emerger. *Agricultura de las Américas (EE.UU)* 40(12): 8

36. MARTINEZ, J; ARELLANO, J. 1985. Germinación, emergencia y velocidad de crecimiento inicial de semillas de los maíces híbridos de temporal H-28 y H-32 con diferente grado de envejecimiento. *Chapingo (Mex)* 10 (47-49): 59-60.

37. MEDINA, E. 1973. Dark CO₂ fixation, habitat preference and evolution with in the Bromeliaceae. *Evolution* 28:677-686.

Citado por: GOMEZ, M.1991. Bromelias en Manglares del Pacífico de Guatemala. *Rev. Biol. Trop.* 39 (2):207-214.

38. MEZA, C. 1974. Physiologische Bromeliaceenn-Studie I. DIE Wasserökonomie der extrem atmosphärischen Tillandsien. *Jb. Wiss. Bot.* 40:157-228.

Citado por: GOMEZ, M. 1991. Bromelias en Manglares del Pacífico de Guatemala. *Rev. Biol. Trop.* 39 (2):207-214

39. MONROY, V. 1985. Efecto de escarificación y de tres estimuladores de la germinación de semillas de cardamomo Elettaria cardamomum (L) (Maton) bajo condiciones de laboratorio y de campo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 88 p.

40. MUÑOZ J. 1977. Cambios químicos y nutricionales del frijol en su proceso de germinación. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.

41. MUÑOZ, L.; et al. 1990. Evaluación de algunos factores que incide en la pérdida de la germinación de la semilla de soya. *Acta Agronómica* 40(1-2):42-50.

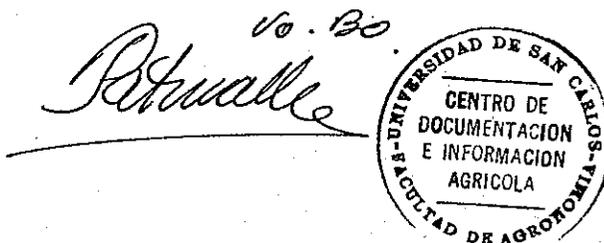
42. OLIVERA de los S., A. 1984. Tratamientos para controlar la latencia de cáscara (Physalis spp). Tesis de Lic. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo.

Citados por OSUNA, M; PENA, R.; CRUZ, R. 1992. Efecto de la edad al transplante en tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot.) para producción de semilla. *Chapingo (Mex)* 16(78):82-85

43. ORDUNA M., O.E. 1990. Germinación en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). In Congreso Nacional de Fitogenética(12., 1990, Ciudad Juárez). Resúmenes. Chih. México s.n. p.381
- Citados por Osuna, et.al. Manejo postcosecha de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) para producción de semilla. Chapingo (Mex) 16(78):82-85.
44. PADILLA, L. 1977. Análisis de germinación de teca (*Tectona grandis*) especie con grandes posibilidades de reforestación en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 15, 19.
45. PARMAR, M.T.; MOORE, R.P. 1968. Carbowax 6000, mannitol sodium, chloride for corn (*Zea mays*) of strong and weak vigor. Agron. J. 60:192-195.
- Citado por: BERMUDEZ, F.; ESTRADA G., A; CASTILLO G., F. 1984. Germinación bajo presión osmótica alta de genotipos de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench seleccionados en pruebas de campo. Chapingo (Mex) 9(43-44):117-123.
46. PENFOUND W.T.; DEILER, I. 1964. On the ecology of Spanish Moss. Ecology 28:455-458.
- Citado por: FERNANDEZ, BELTRANO, CALDIZ. 1989. Germinación y longevidad de semillas de *Tillandsia recurvata* L. La Plata, Argentina, Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. p 81-85.
47. PEÑA, A; MARQUEZ, S. 1990. Mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Chapingo 15 (71-72):84.
48. PEÑA, A; RAMIREZ, F.; CRUZ, G. 1991. Edad al trasplante de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.) en Chapingo México. Chapingo (Mex) 15 (73-74):57-59.
49. PINTO, G. 1988. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 18 cultivares de miltomate (*Physalis* spp) nativos bajo las condiciones de la ciudad capital de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 88 p.
50. ROJAS, T.; SANDERS, W. 1989. Historia de la agricultura época prehispánica siglo XVI. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia. 266 p.
51. SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. 1977. Flora neotrópica. New York, Hafner Press. v.14, pt.2, 320p.
52. STANDLEY, P.; STEYERMARK. 1974. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago, Natural History Museum. Fieldiana Botany. v.24, pt.1, p.442.

53. SZAFIROWSKA, A; KHAN, A.A.; PECK, N. 1981. Osmoconditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. *Agronomy Journal* 73(5):845-848.
54. TRUJILLO, E. 1989. Efecto de algunos antioxidantes para conservar la viabilidad en semilla de Tabebuia rosea. Tesis Mag. Sc. Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. p 10-14.
55. VALLE, J. DEL. s.f. Manual de análisis de semillas. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 54 p.
56. VARGAS, M. 1991. Factores que afectan la germinación de semillas. *Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit* 24(1):26-31.
57. VASQUEZ, J. 1984. Estudio del proceso germinativo en la semilla de hierba mora (Solanum sp). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 7-9.
58. WINKLER, S. 1990. Zur evolution der gattung Tillandsia L. *Bot. Jahrb. Syst.* 112:43-47
59. YAKLICH, R.W.; ORXOLEK, M.D. 1977. Effect of polyethylene glycol 6000 on pepper seed. *Hort Science* 12 (3):263-264.

Citado por: SZAFIROWSKA, A; KHAN, A.A; PECK, N. 1981. Osmoconditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. *Agronomy Journal* 73(5):845-848.



11 . APENDINCE

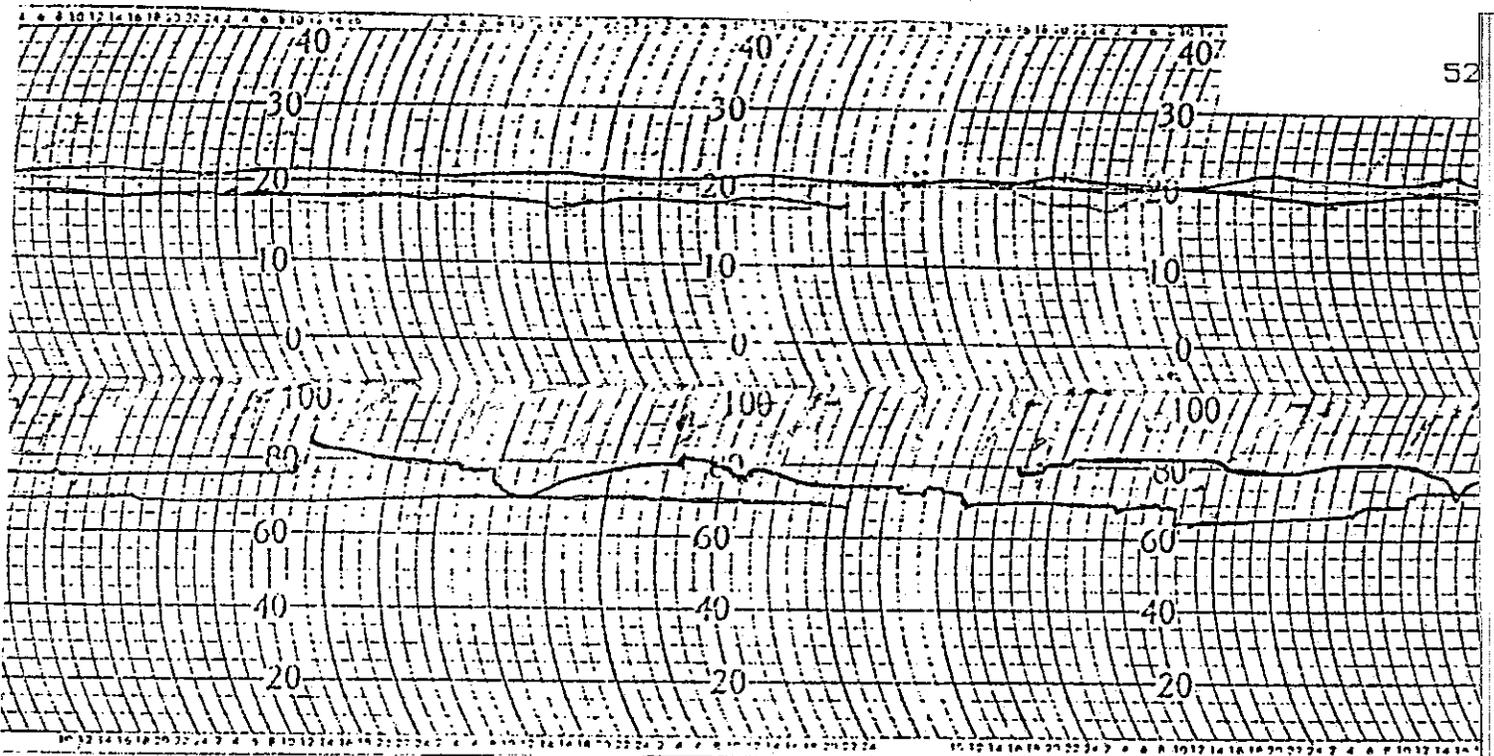


FIGURA 1 A
 Observación termohidrográfica a nivel de Laboratorio durante el almacenamiento de la semilla de Miltomate empacada al vacío:
 Temperatura Media: 18°min-22°max & Humedad Relativa: 66% min-82% max.

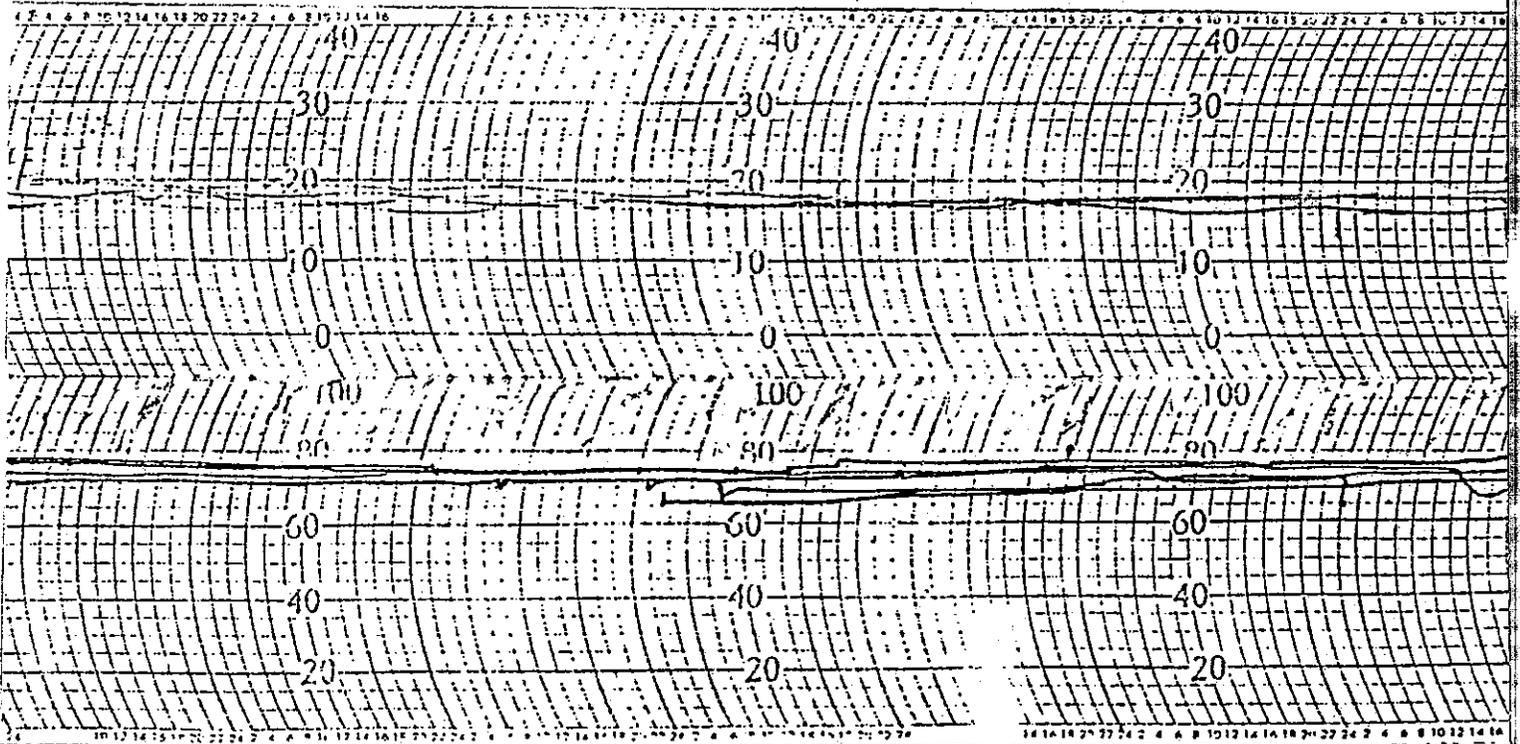


FIGURA 2 A
 Observación termohidrográfica a nivel de laboratorio durante el almacenamiento de la semilla de Tillandsia empacada al vacío:
 Temperatura Media: 18°min-20°max & Humedad Relativa: 70% min-78% max.

CUADRO 13 A FORMULA GENERAL PARA CALCULAR PRESION OSMOTICA

Donde

$C = \pi/RT * M$
 $R =$ constante universal de los gases.
 $\pi = x$ bares por 1 at/1.01327 = x atm
 $T =$ temperatura a nivel laboratorio °k
 $M =$ gr/mol

Aplicado a soluciones no electroliticas (Sacrosa, Polietilenglicol)

$C = \pi/RT * M$

Aplicado a soluciones electroliticas (Cloruro de sodio, Sulfato de magnesio)

$C = \pi/RT * (M * 2)$

CUADRO 14 A BOLETA DE ANALISIS DE SUELOS

ANALISIS DE SUELOS DEL SEMILLERO DE MILTONATE										
No. LAB.	IDENT.	pH	Ug/ml			Meq/100g		ppm		
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
56	1	6.12	24.95	389	11.51	3.83	2.85	4.8	15.5	33.5



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS

Ref. Sem. 027-96

LA TESIS TITULADA: "EFECTO DEL OSMO-ACONDICIONAMIENTO DE LAS SEMILLAS EN LA GERMINACION Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTULAS DE Physalis philadelfica Lam. Y Tillandsia caput-Medusae E. Morren".

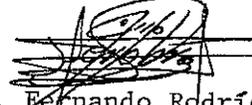
DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE: AMANDA PATRICIA LARA OCAMPO

CARNET No: 8213317

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. César Castañeda
 Ing. Agr. Adalberto Rodríguez

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

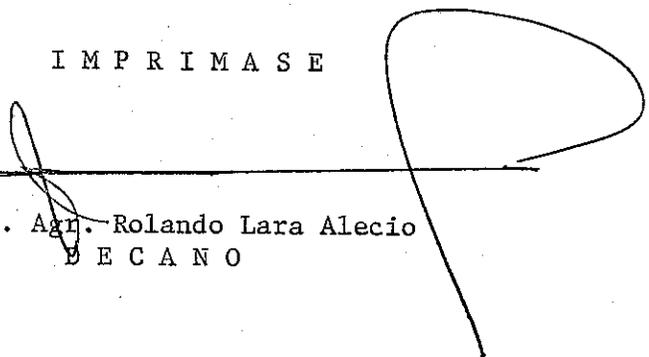

 Ing. Agr. Anibal Sacbajá Galindo
 ASESOR


 Ing. Agr. Fernando Rodríguez
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E




 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DECANO

c.c. Control Académico
 Archivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770