

METODOS DE EXTRACCION Y CALIDAD DE SEMILLA
EN TOMATE DE CASCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.)

HECTOR JAVIER RIOS CARO

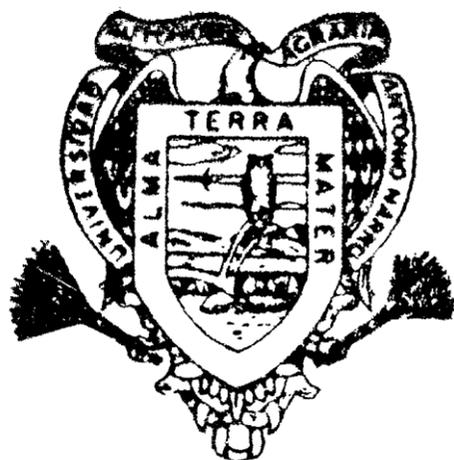
T E S I S

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

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

NOVIEMBRE DE 1996

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

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
TECNOLOGIA DE SEMILLAS**

COMITE PARTICULAR

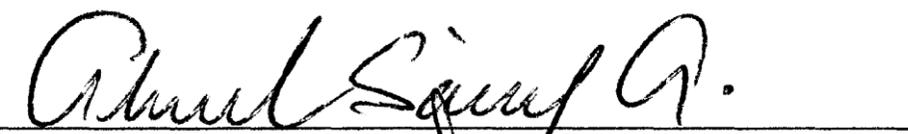
Asesor principal:


Dr. Jesús Ortega Pérez

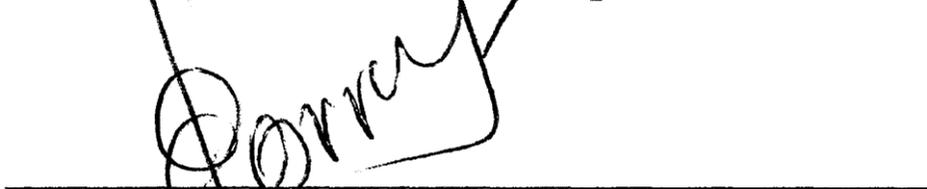
Asesor:


M. Sc. Leticia A. Bustamante García

Asesor:


M.C. Abiel Sánchez Arizpe

Asesor:


M.C. Emilio Padrón Corral


Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

Buenvista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 1996

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todo su amor que es infinito, quiero agradecer todo lo que has traído a mi vida y permíteme compartir esta meta contigo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo que me brindó para llevar a cabo los estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado la oportunidad de efectuar los estudios de maestría en esta gran Institución.

Al Dr. Jesús Ortega Pérez por su asesoría y orientación en este trabajo, como también quiero agradecerle profundamente esta amistad que hemos sembrado y espero que sea para toda la vida.

A la M.Sc. Leticia Bustamante García por su asesoría y colaboración en la realización de este trabajo, como también por su calidad humana.

A la M.C. Susana Gómez Martínez por sus consejos y orientaciones en la elaboración de este escrito, como también por su amistad.

Al M.C. Abiel Sánchez por su asesoría y colaboración en los ensayos de sanidad para la realización de este trabajo.

A los Maestros en Ciencias Rafael Jiménez y Leopoldo Rivera, por todo su apoyo que me brindaron para culminar esta meta de mi vida.

Al M.C. Emilio Padrón Corral por la orientación y su colaboración en los análisis estadísticos de este trabajo.

A la QFB Alejandra Torres Tapia por su ayuda incondicional en la realización de las pruebas en laboratorio, así como también por su amistad.

A Jovita Escobedo Garay por su orientación y colaboración en gran parte de nuestra estancia en la maestría.

A mis compañeros de generación Francisco Ruiz, Idilio Cuéllar, Rosa Helia Valdés, Teodoro González y Patricia Dorantes por haber compartido esta etapa de mi vida con ustedes gracias.

A Miguel Angel Ruiz (compadre), Aarón Meléndez, Luis Herrera, Bernardo Murillo, Narciso Ávila, Juan García por todo su apoyo y la amistad que hemos compartido.

A todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron a la realización de este trabajo, les doy las gracias.

DEDICATORIA

A mis padres: José Inés Ríos y Petra Caro por todo su apoyo moral y económico que han puesto en mi, durante todas las etapas de preparación que he vivido.

A Silvia Higuera e Hijos por todo este tiempo de espera y comprensión, también por el amor que nos une.

A mis hermanos: por todo el apoyo que he sentido de su parte.

A mis cuñados: por todo este apoyo que me brindaron.

A mis suegros: Rubén Higuera y Silvia Torres por su apoyo incondicional y confianza que han puesto en mi.

A mis sobrinos: que siempre les aconsejaré que traten de superarse como personas.

A todos mis amigos.

COMPENDIO

METODOS DE EXTRACCION Y CALIDAD EN SEMILLA DE TOMATE DE CASCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.)

POR

HECTOR JAVIER RIOS CARO

MAESTRIA EN

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE DE 1996.

Dr. Jesús Ortegón Pérez -Asesor-

Palabras clave: *Physalis ixocarpa*, tomatillo, métodos de extracción de semilla, calidad de la semilla.

El presente estudio fue conducido con el objetivo de evaluar el efecto de métodos de extracción en la germinación, vigor y sanidad en semilla de tomate de cáscara (tomatillo), de la variedad Verde Puebla, como también determinar el tiempo óptimo de fermentación y el nivel de calidad de la semilla extraída al segundo corte de cosecha. Los frutos para la extracción de semilla fueron obtenidos al segundo corte de cosecha en un lote comercial de un productor localizado en el Ejido Dos de Abril, El Fuerte, Sinaloa.

Se estudiaron tres métodos de extracción: el método ácido que incluyó NaOH, HCl, y H₂SO₄ en diferentes tiempos (30 y 60 min) y dosis (10, 10 y 5 ml respectivamente); fermentación natural en diferentes tiempos (24 y 48 horas) con y sin agua; y macerado y lavado inmediato (testigo). La combinación de estos tres métodos originó 11 tratamientos bajo un diseño estadístico completamente al azar con cuatro repeticiones.

Las evaluaciones incluyeron la calidad física (peso de mil semillas y peso volumétrico), calidad fisiológica (germinación estándar, vigor: primer conteo de germinación, deterioro controlado, índice de velocidad de emergencia en invernadero y emergencia en campo) y sanidad de las semillas después de ser extraídas.

Los resultados indicaron que no existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el peso de mil semillas, ni en peso volumétrico entre los métodos de extracción utilizados, en relación a la calidad física. Por otra parte, la calidad fisiológica indicó diferencias significativas originadas principalmente por el tiempo de fermentación. En general, conforme se incrementó el tiempo de fermentación de 24 a 48 horas la calidad de las semillas disminuyó.

En cuanto a la fermentación inducida por el método ácido podemos señalar que no existió diferencia significativa en las variables de calidad fisiológica en relación a los tiempos al que fue expuesta la semilla, presentando una buena viabilidad y además contribuye a que la semilla no se decolore como esto sucede en el método de fermentación natural.

En relación a la sanidad de la semilla se detectaron los Géneros: *Alternaria* sp, *Fusarium* sp, *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp, los cuales no afectaron la calidad fisiológica. La menor incidencia de microorganismos se encontró en el método de macerado y lavado inmediato (2 por ciento) y H₂SO₄ 5 ml/kg de fruto por 60 min (4 por ciento).

ABSTRACT

EXTRACTION METHODS AND SEED QUALITY IN HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot.)

BY

HECTOR JAVIER RIOS CARO

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVEMBER, 1996.

Dr. Jesús Ortega Pérez - Adviser -

Key words: *Physalis ixocarpa* Brot, Tomatillo, Seed Extraction Methods, Seed Quality.

Three seed extraction methods were studied in husk tomato seed (tomatillo): the acid method included NaOH, HCl, and H₂SO₄ on two period (30 and 60 min) and doses (10,10 and 5 ml/kg respectively); natural fermentation on two periods (24 and 48 h), with and without water; and seed extraction immediately after mashing and washing the fruits

(control). Combination of these three methods resulted in 11 treatments which were analyzed by a completely randomized design with four replications.

Seed quality variables were assessed by Physical, Physiological and Health tests. One thousand seed weight, volumetric weight, standard germination and vigor (first count on standard germination, germination capacity after controlled deterioration, rate on emergence performed in the greenhouse, and field emergence); in addition, incubation on PDA and identification of microorganisms found in the seed.

Results indicated that it was not significant differences ($P \leq 0.05$) for the one thousand seed weight and volumetric weight among treatments. The physiological quality revealed that fermentation time for 24 hours with or without water was superior than 48 hours. There were not consistent differences ($P \leq 0.05$) among the fermentation induced by the acid method on either the chemicals or periods studied. Was observed that acid methods improved the appearance clear of the seed in comparison with fermentation method in which it was discolored.

On the seed health were observed several fungi genus: *Alternaria* spp, *Fusarium* spp, *Aspergillus* spp, and *Penicillium* spp which did not apparently affected the physiological quality of the seed extracted from the different methods. The lowest rate of fungi was found on both the seed extraction immediately after mashing and washing the fruit method (2 per cent) and H₂SO₄ 5 ml/kg fruit/ 60 min method with (4 per cent) respectively.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Cultivo.....	4
Origen del Cultivo.....	4
Descripción Botánica.....	5
Calidad de la Semilla.....	6
Cosecha y Extracción de Semilla en Frutos Carnosos.....	8
Extracción Manual.....	10
Extracción Mecánica.....	11
Extracción por Fermentación.....	13
Extracción Ácida.....	15
Sanidad de la Semilla.....	17
Extracción y Sanidad de Semillas Hortícolas.....	19
MATERIALES Y METODOS.....	21
Ubicación del Experimento.....	21
Material Experimental.....	21
Extracción de Semilla y Aplicación de Tratamientos.....	21
Tratamientos.....	23

VARIABLES EVALUADAS.....	24
Contenido de Humedad.....	24
Peso Volumétrico.....	25
Peso de 1000 Semillas.....	25
Por ciento de Semillas Infeccionadas.....	26
Germinación Estándar.....	26
Vigor.....	27
Velocidad de Emergencia en Invernadero.....	28
Emergencia en Campo.....	29
Análisis Estadístico.....	30
RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
VARIABLES DE CALIDAD FÍSICA.....	31
Peso de Mil Semillas.....	31
Peso Volumétrico.....	33
VARIABLES DE CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLA.....	33
Germinación.....	33
Vigor.....	35
Primer Conteo de Germinación.....	35
Deterioro Controlado.....	37
Índice de Velocidad de Emergencia.....	38
Emergencia en Campo.....	39
Sanidad.....	41

Microorganismos.....	41
CONCLUSIONES.....	43
RESUMEN.....	45
LITERATURA CITADA.....	48
APENDICE.....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
4.1. Cuadrados medios y significancia en las variables de respuesta, peso de mil semillas y peso volumétrico en tratamientos de extracción de semilla de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.....	32
4.2. Medias del efecto de métodos de extracción en semillas de tomate de cáscara sobre el peso de 1000 semillas y peso volumétrico. UAAAN. 1995.....	32
4.3. Cuadrados medios y significancia en las germinación, primer conteo y germinación estándar en métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.....	34
4.4. Medias del efecto de métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara (<i>P. Ixocarpa</i>) sobre la variable de respuesta germinación estándar. UAAAN. 1995.....	34
4.5. Medias del efecto de métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara (<i>P. Ixocarpa</i>) sobre las variables de vigor (primer conteo de germinación y deterioro controlado). UAAAN. 1995.....	36
4.6. Cuadrados medios y significancia de la variable vigor (deterioro controlado) en métodos de extracción de semilla de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.....	37
4.7. Cuadrados medios y significancia de las variables índice de velocidad de emergencia en invernadero y emergencia en campo, de métodos de extracción en semillas de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.....	38
4.8. Medias del efecto de métodos de extracción en la semilla de tomate de cáscara (<i>P. Ixocarpa</i>) sobre el índice de velocidad de emergencia en invernadero. UAAAN. 1995.....	39
4.9. Medias del efecto de métodos de extracción en la semilla de tomate de cáscara (<i>P. Ixocarpa</i>) sobre la variable de respuesta vigor (emergencia en campo). UAAAN. 1995.....	40
4.10. Microflora (porcentaje de semilla infectada) presente en semilla de tomate de cáscara bajo métodos de extracción. UAAAN. 1995.....	42

A.1.	Contenido de humedad y rendimiento de semillas en diferentes métodos de extracción en tomate de cáscara. UAAAN. 1995.....	53
A.2.	Temperaturas promedio registradas al momento de la extracción de semilla en diferentes métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.....	54

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
A.1.	Resultados de germinación de semilla de tomate de cáscara bajo diferentes métodos de extracción.....	55
A.2.	Resultados de vigor (germinación al primer conteo) en semilla de tomate de cáscara bajo diferentes métodos de extracción.....	56
A.3.	Resultados de vigor (germinación después de deterioro controlado) en semilla de tomate de cáscara bajo diferentes métodos de extracción.....	57
A.4.	Indice de velocidad de emergencia en invernadero bajo métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara.....	58
A.5.	Resultados de vigor (emergencia en campo) en diferentes métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara.....	59
A.6.	Resultados de microflora (porcentaje de semilla infectada) en semilla de tomate de cáscara bajo diferentes métodos de extracción.....	60

INTRODUCCION

El tomatillo (*Physalis ixocarpa*) es una hortaliza que ha sido cultivada en México y América Central desde la época precolombina. Esta especie se considera importante en la parte central del país donde se cultivan aproximadamente 19,900 ha con un rendimiento promedio de 10,726 ton/ha siendo el consumo per cápita nacional de 2.5 kg.

La importancia económica en México de esta especie se debe principalmente al uso que se le da en la preparación de diversos platillos tradicionales de la dieta del pueblo mexicano, así como también, en la elaboración de salsas verdes, que han adquirido importancia en el mercado americano. Esta hortaliza es importante en las áreas agrícolas de minifundio por su baja inversión y alta rentabilidad; además, es la primera que se utiliza en nuestro país de manera generalizada (INIA, 1981).

En los últimos años se ha incrementado considerablemente la superficie de este cultivo sembrándose la mayor parte de ésta con materiales criollos de cada región y en algunos casos materiales mejorados de compañías semilleras.

El éxito en la producción de semillas hortícolas depende de la aplicación de conocimientos que difieren de la producción comercial de hortalizas, considerándose

cuatro aspectos básicos como lo son: la producción en campo, extracción, acondicionamiento y la conservación de las semillas, siendo de vital importancia la obtención y mantenimiento de niveles de calidad aceptables a lo largo de estos aspectos.

Las hortalizas tienen características distintivas cuando manifiestan el índice de cosecha de sus frutos, porque algunos son cosechados de acuerdo al estado de madurez y al tipo de fruto que la caracterizan, para esto se determina la forma de cosechar y su método de extraer la semilla. La extracción de las semillas en hortalizas de frutos carnosos se lleva a cabo por diferentes métodos con el fin de remover las capas gelatinosas que cubren a éstas y dejarlas limpias para una buena apariencia y calidad.

Los trabajos de investigación realizados en México con respecto a este cultivo son mínimos, no obstante que existe un gran potencial en la producción de semilla, para abastecer todas las áreas susceptibles de siembra con esta especie. Los productores actualmente carecen de información sobre las metodologías que les garanticen el obtener semilla de calidad y la mayoría obtienen su semilla para siembra de los frutos de una parte de sus lotes comerciales.

El incremento de la superficie de este cultivo y por consecuencia la demanda de semilla, ha generado la necesidad de contar con semilla de calidad. Por lo anteriormente expuesto, la presente investigación pretende determinar la calidad de semilla bajo diferentes métodos de extracción a fin de proponer una metodología que permita obtener semilla de esta especie con alta calidad.

Objetivos

- ◆ Evaluar el efecto de diferentes métodos de extracción sobre la calidad de semilla de tomate de cáscara.
- ◆ Determinar la calidad de la semilla que se extrae al segundo corte de cosecha en lotes comerciales.

Hipótesis

- ◆ Los componentes de calidad de semilla de tomate son afectados por el método de extracción utilizado y las diferentes variables de ésta.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen del Cultivo

✕ El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) se conoce en México desde tiempos precolombinos. Los Aztecas lo cultivaban extensamente y lo llamaban "miltomatl," que quiere decir tomate cultivado y lo empleaban para confeccionar salsas y guisos de la misma manera como se emplea actualmente (SARH/ DGEA, 1984).

No se conoce con exactitud el centro de origen del tomate de cáscara, pero el género *Physalis* se le encuentra en América Tropical, desde el sur de EUA hasta Sudamérica, incluyendo las islas. En el sur de EUA y todo México se conocen nueve especies de este género.

De acuerdo a su origen, el tomate de cáscara presenta un alto grado de dificultad por su gran diversidad fenotípica tanto en planta como en frutos, aunque genotípicamente en su citotaxonomía se han registrado diploides con un número cromosómico de ($2n = 24$) tanto en plantas cultivadas como silvestres.

Existe una gran variabilidad entre y dentro de las variedades que se cultivan con más frecuencia, como son: Rendidora, Verde Puebla, Salamanca, Nova, Zamex, Estrella y Amarillo de Amayuca.

Descripción Botánica

El género *Physalis* comprende aproximadamente 100 especies, tanto anuales como perennes de acuerdo a su importancia hortícola son: *P. pruinosa*, *P. peruviana* y *P. ixocarpa*. Esta última se le conoce en nuestro país como tomate verde, tomatillo o tomate de cáscara (SARH/ DGEA, 1984).

INIA (1981) hace la siguiente descripción botánica del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*). Es una planta herbácea o ligeramente leñosa, anual, presenta una raíz pivotante que alcanza una profundidad de 30 - 60 cm. El tallo es erecto, anguloso y ramificado de 0.90 a 1.20 m de altura. Sus hojas son delgadas, ovadas o lanceoladas, alternas y aserradas o dentadas con muescas, con peciolo largo, y textura suave, miden de 5 a 7.5 cm de longitud y ancho de 3 a 5 cm.

Las flores son grandes y abiertas de 1.8 cm de diámetro, con bordes amarillo brillante, la entrada del tubo de la corola presenta cinco manchas de color café negruzco, las anteras son púrpuras, generalmente las flores están sobre pedicelos axilares o extra axiales, el cáliz es pentadentado, presenta cinco estambres, el estilo es delgado, el estigma es casi bilobulado.

El fruto es una baya de color amarillo o verduzca más o menos viscosa de tamaño variable de 1 a 5 cm de diámetro envuelto por el cáliz. Las semillas del tomate de cáscara son pequeñas, lenticulares, lisas, de color amarillo, las cuales conservan su poder germinativo hasta siete u ocho años.

Calidad de la Semilla

La calidad de la semilla comprende diversos atributos o características de la misma dentro de los que se encuentran pureza varietal, viabilidad, vigor, ausencia de daño mecánico, ausencia de infección de enfermedades, efectiva cobertura de tratamiento, tamaño y apariencia. Mientras que en un lote de semillas, las características de calidad incluyen contenido de humedad, potencial de almacenamiento, incidencia de contaminantes (semilla de malezas, de otros cultivos y materia inerte), uniformidad de lote (Delouche, 1986).

De acuerdo a Delouche (1985) los atributos anteriores pueden ser agrupados dentro de cuatro componentes: factores genéticos, factores físicos; sanidad de semillas y factores fisiológicos.

La capacidad de las semillas para germinar y producir una planta normal, es el principal atributo a considerar para evaluar su calidad y potencial; es el criterio más antiguo y más ampliamente utilizado sin embargo, resulta indispensable considerar otros

aspectos importantes relacionados con su manejo y comercialización, como son: la pureza física y varietal, el vigor y su contenido de humedad (Moreno, 1984).

La calidad fisiológica comprende aquellos atributos intrínsecos de la semilla que determinan su capacidad para germinar y emerger rápidamente, para producir una población uniforme de plantas vigorosas bajo el amplio rango de condiciones en campo que pueden encontrarse durante la siembra, época de establecimiento y desarrollo inicial de plántulas (Delouche, 1985).

Copeland y McDonald (1985) afirman que la capacidad de germinación es criterio comúnmente usado para determinar la viabilidad o calidad de la semilla y que es universalmente aceptado que la germinación y la viabilidad de la semilla se consideran términos sinónimos en el ámbito semillista. Y de acuerdo a la ISTA (1985) la germinación es la emergencia y desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales que por el tipo de semillas de que se trata son indicadoras de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables. Sin embargo, las semillas que producen plántulas vigorosas con mayor velocidad de emergencia bajo condiciones adversas y que tienen un buen desarrollo en el campo, indican una calidad más alta la cual se define como vigor (Flores, 1989).

La AOSA (1983) define el vigor de la semilla como aquellas propiedades de la misma que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y el desarrollo de plántulas normales bajo una amplia variación de condiciones de campo.

La germinación y el vigor pueden ser afectados seriamente durante la producción de semilla, y muchos son los factores que pueden tener un efecto desde leve a severo en estos atributos de calidad.

Moreno (1984) y Copeland y McDonald (1985) mencionan que entre los factores que afectan la viabilidad de las semillas se pueden citar: el genotipo, el medio ambiente, nutrición de la planta, estado de madurez al momento de cosecha, tamaño, peso, peso volumétrico, daño físico, deterioro y envejecimiento, almacenamiento, patógenos y medio ambiente en postmaduración de precosecha.

Cosecha y Extracción de Semilla en Frutos Carnosos

La época para la recolección de frutos para su aprovechamiento en la obtención de semillas hortícolas varía de acuerdo con las especies. El color del fruto se considera como una característica cualitativa de gran utilidad para determinar la época de cosecha de éstos (Carvalho, 1983).

En la producción comercial de fruto, en tomate de cáscara se realizan de tres a seis cortes durante un período de 25 a 45 días con un rendimiento promedio de 11.65 ton/ha (Síntesis Hortícola, 1989). En la producción de semilla artesanal en esta especie se llevan a cabo tres cortes, donde los dos primeros se realizan a un intervalo de ocho días, usándose para el consumo fresco. El tercero cuyo fin es obtener semilla se hace dos meses después del segundo recolectándose la totalidad de los frutos. La metodología antes

descrita para la producción de semilla depende principalmente de las condiciones ambientales de producción, tipo de tomate y necesidades económicas del productor; causa por la cual existen en México una gran diversidad de métodos (Osuna *et al.*, 1992). De acuerdo a estudios efectuados por Orduña *et al.* (1992) han determinado que la madurez del fruto de tomate de cáscara no coincide con la madurez de la semilla, obteniéndose una mejor germinación al extraer las semillas 15 días después de ser cosechados los frutos.

En la producción de semillas hortícolas al iniciar la fase de beneficio se deberá conocer el tipo de fruto botánico de la especie con que estemos trabajando esto definirá nuestro esquema de preacondicionamiento, que consiste en romper los frutos para en seguida extraer las semillas bajo procedimientos específicos. Tanto los frutos carnosos jugosos como los carnosos secos se someten a un despulpado y lavado de las semillas (Hernández, 1990).

Para seleccionar el método de extracción en semillas de hortalizas es necesario conocer antes que nada los tipos de frutos, estos pueden clasificarse en: a) frutos carnosos jugosos, que son aquellos donde los carpelos se llenaron de placenta y las semillas flotan entre ella (por ejemplo el tomate); b) frutos carnosos secos, son los que tienen las semillas adheridas a las paredes de los carpelos, carecen de placenta, y su pericarpio es grueso (por ejemplo el chile); c) frutos secos, son propiamente las semillas, ya que la diferencia entre el pericarpio y ella es casi imperceptible (por ejemplo en cebolla) (Hernández, 1990).

Por otra parte Silva *et al.* (1982) mencionan que la selección del método de extracción en semillas de frutos carnosos así como la secuencia de operaciones, está en función de las características del fruto, la manera como la semilla se encuentra asociada a las demás partes de éste, la característica de la envoltura gelatinosa que reviste a las semillas, la presencia de patógenos transmisibles por semillas, el volumen de frutos, la tolerancia de las semillas a la deshidratación y la finalidad o destino de la pulpa del fruto.

Para una adecuada extracción de la semilla se han diseñado diversas técnicas las cuales son: separación manual, separación mecánica, separación por fermentación, separación por acción de agentes químicos y separación por digestión enzimática (Palacio, 1989).

Extracción Manual

Esta técnica se efectúa con pequeñas cantidades de fruto o inexistencia de un equipo apropiado para realizar la separación. Para este método los frutos maduros son cortados ecuatorialmente mediante una navaja o triturados en forma rústica dentro de un costal, aplastando los frutos y el material gelatinoso que rodea a las semillas se exprime en recipientes, durante este proceso se eliminan las paredes del fruto, la pulpa, la epidermis y demás restos, posteriormente las semillas son separadas del material gelatinoso por un lavado u otros métodos (Hernández, 1990).

Por su parte, Carvalho (1983) menciona que las semillas son extraídas junto con parte de la pulpa y del tejido placentario después de lavarse, esto repercute en un bajo rendimiento y una mayor demora. Sin embargo, la ventaja principal de la extracción manual es que asegura una mejor calidad de semillas en razón de la reducida incidencia de daño mecánico. Gowda *et al.* (1991) encontraron que al extraer por el método manual las semillas de tomate, estas tuvieron una buena calidad fisiológica al comparar como testigo este método con fermentación y ácidos.

Extracción Mecánica

Para esta técnica se utiliza una máquina despulpadora de frutos, que consiste en un molino con dientes curvados formados en dos hileras y que al girar presionan los frutos, mientras que los fragmentos grandes se desalojan y la pulpa con semillas se interna en un cilindro con perforaciones, donde se tamiza la pulpa de las semillas. Estas son conducidas con su jugo a cajones o tambores donde serán fermentadas y/o lavadas (Hernández, 1990).

Al respecto Carvalho (1983) señala que para extraer semillas con equipo mecanizado, se deben utilizar grandes cantidades de fruto; principalmente de hortalizas, como: tomate, pimiento, berenjena, pepino. El método de extracción mecánico presenta rendimientos elevados, utilizando pequeñas cantidades de mano de obra, disminuyendo por lo tanto los costos de extracción.

Las semillas obtenidas por este proceso tienen que separarse de los mucílagos, por lo que posteriormente se lavan y son separadas de otros restos, muchas compañías lo efectúan con la finalidad de ofrecer los residuos de pulpa y piel de los frutos a las fábricas de conserva (Raymond, 1989).

La diferencia en el equipo utilizado estriba principalmente en los cultivos que se van a cosechar. Sin embargo, en todos los casos el principio de extracción en todas las máquinas es el mismo. Para el caso del tomate verde cuando se pretende el aprovechamiento de las semillas y al mismo tiempo la pulpa de los frutos, como se hace en el caso de las fábricas de conservas y procesadoras de salsas, se utiliza un equipo especial que permite la separación de las semillas y la pulpa.

Rocha *et al.* (1992) mencionan que para la extracción de semillas de tomate, se utiliza un equipo constituido de motor, molino y cilindro perforado.

Kachru y Sheriff (1992) evaluaron un extractor mecánico de flujo axial para semillas hortícolas de frutos húmedos. De acuerdo a sus resultados esta máquina tuvo una capacidad de 220 - 960 kg/hora de frutos triturados, las pérdidas por daño mecánico oscilaron entre 0.82 y 15.02 por ciento y obtuvieron una germinación de 93 por ciento en semilla de tomate, por lo tanto, estos autores la sugieren para su uso en la extracción en la industria de semillas hortícolas.

Por otra parte Gowda *et al.* (1991) al evaluar diferentes métodos de extracción encontraron que la extracción mecánica es un método óptimo en relación a la eficacia y calidad, obtuvieron un 85 por ciento de germinación en semilla de tomate.

Extracción por Fermentación

Dentro de los frutos carnosos jugosos hay algunas especies que presentan una capa mucilaginosa que rodea a las semillas la cual es necesario eliminar mediante fermentación (Hernández, 1990).

La pulpa que contiene las semillas de tomate se deja fermentar por tres días a una temperatura de 20 - 35 °C. La duración de la fermentación depende de la temperatura ambiental e incluso se puede necesitar cinco días. Frecuentes inspecciones permiten determinar cuando las semillas se han desprendido de la capa gelatinosa. La pulpa macerada debe agitarse varias veces al día para mantener una fermentación homogénea y así evitar decoloraciones en las semillas. El tiempo de duración de la fermentación no debe ser más allá de lo necesario en la separación del mucílago ya que puede influir en la calidad de la semilla debido a que podríamos tener una germinación prematura (Raymond, 1989).

El binomio tiempo y temperatura de fermentación puede afectar el vigor y la germinación en diferentes especies. Para el caso del tomate se deja que la fermentación dure de seis a siete días, si la temperatura ambiental es de 18 a 20 °C y sólo 5 días si la temperatura es de 25 a 27 °C (Palacio, 1989).

Por otra parte Silva *et al.* (1982) mencionan que el mejor rango de temperatura y tiempo de fermentación en la extracción de semillas, es de 21 a 27 °C de tres a cinco días, ellos observaron una disminución en el vigor de semillas de tomate fermentado por un período de 72 horas a temperatura de 21 °C mientras que la germinación no se vio afectada.

Las principales desventajas del proceso de fermentación son: mala apariencia en las semillas, el efecto negativo que puede tener sobre el vigor y la germinación reduciéndolos en algunos casos y además que requiere períodos largos para el proceso y existe riesgo de germinación de la semilla durante el mismo (Carvalho, 1983).

Criollo *et al.* (1992) al evaluar la calidad de semilla de frutos de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) probaron diferentes grados de madurez y tiempos de almacenamiento, la semilla se extrajo por el método de fermentación y sin fermentación, encontrando que el método de extracción no tuvo efecto alguno sobre la germinación de las semillas.

Sin embargo, Liptay (1989) al estudiar diferentes tiempos y temperaturas de fermentación en semilla de tomate, encontró que este método afectó la germinación debido al incremento del tiempo y la temperatura de exposición. Por otra parte el vigor resultó óptimo cuando las semillas fueron expuestas a un tiempo de 24 a 48 horas y temperatura de 15 a 30 °C. Mientras que la fermentación a 40 °C en un tiempo de 16 horas redujo el vigor de las semillas.

Por otra parte Stryapkova y Kononkov (1981) al estudiar el efecto de los métodos de extracción por fermentación, ácido en solución o hidróxido de sodio y separación mecánica, sobre la calidad de la semilla de tomate y pepino, observaron que la calidad de la semilla fue más alta después de usar el tratamiento mecánico.

Vadivelu y Ramswamy (1977) en un experimento donde estudiaron la influencia de los métodos de extracción en la calidad de semilla de tomate, usaron fermentación por 48 h bicarbonato de sodio a razón de 125 g/4.5 l de agua, seguida por una fermentación de 24 h y ácido clorhídrico concentrado por 20 minutos; y encontraron que el peso de la semilla, porcentaje de germinación, crecimiento y vigor resultó mejor en el tratamiento ácido.

Extracción Ácida

Este método es preferido por los productores en algunas zonas, debido a que produce una semilla muy limpia. El tratamiento ácido se combina frecuentemente con etapas de fermentación ya que ésta es inducida. La mayor parte de los productores que extraen semillas en pequeñas cantidades de tomate al utilizar el método con ácido, estiman que con 567 ml de ácido clorhídrico concentrado este se mezcla con 10 litros de pulpa macerada por 30 minutos ellos obtienen una buena separación (Raymond, 1989).

Palacio (1989) menciona que la dispersión ácida tiene su punto óptimo cuando el pH es reducido a 1.2, bajo esta condición las semillas se precipitan en 30 minutos, al término de los cuales deberá hacerse un lavado para evitar daños a los embriones.

Asimismo el tratamiento ácido, específicamente el ácido clorhídrico es usado ampliamente para separar las semillas de la pulpa en frutos. La rapidez de este proceso se asocia a una eficiencia en el desprendimiento de la capa gelatinosa, como también ayuda a tener una mejor apariencia de las semillas (Silva *et al.*, 1982).

Sin embargo, Silva *et al.* (1982) señalan que algunos investigadores han coincidido, que un tiempo de 30 minutos es lo óptimo al usar tratamientos ácidos para desprender las semillas de la pulpa macerada. La cantidad de ácido recomendada varía en relación al cultivo y a la región donde se efectúe este proceso por lo que en general se recomienda entre 8 a 60 ml de HCl por kg de frutos.

Gowda *et al.* (1991) encontraron que al separar las semillas de tomate sumergidas en HCl al 5 por ciento por 45 minutos y H₂SO₄ al 4 por ciento por 30 minutos obtuvieron los mayores porcentajes de germinación (96 y 94 respectivamente) e índice de vigor, al comparar estos tratamientos con extracción manual, mecánica y fermentación por 24 - 120 horas.

Raju *et al.* (1992) al relacionar los métodos de extracción ácida con la viabilidad de la semilla de tomate, encontraron que cuando se extrajo la semilla inmediatamente con

ácido cítrico, esta obtuvo un porcentaje de 97 y un índice de vigor de 1853. Sin embargo, después de ocho meses de almacenarse las semillas bajaron su porcentaje de germinación a 60 y el índice de vigor a 540. Mientras que al extraerlas con ácido clorhídrico y almacenadas por ocho meses se obtuvo un alto porcentaje de germinación (90 por ciento) y un índice de vigor de 1285.

El ácido sulfúrico (H_2SO_4) también es eficiente para la limpieza de las semillas de tomate. Sin embargo, es restringible en razón a la dificultad de su manejo, su acción corrosiva y su influencia sobre la germinación (Palacio, 1989).

No obstante el uso de ácidos en la extracción de semillas de frutos carnosos presenta las siguientes ventajas: rapidez de la operación y uso de los recipientes por corto período de tiempo (Carvalho, 1983).

Sanidad de la Semilla

La transmisión de enfermedades por semilla es una de las formas más eficientes como se dispersa un patógeno, debido a la íntima asociación del patógeno y del hospedante tanto en el espacio como en el tiempo. El patógeno no sólo puede ser introducido con la semilla en un área o en un campo experimental nuevo, sino también se encuentra presente en el suelo, por lo que el inóculo de la semilla podría ser más rápido en dispersarse. Además se distribuye en el campo al azar, ocasionando muchos focos de infección primarios. En muchos casos, la presencia de un microorganismo en la semilla es

dañino y puede poner en peligro la sanidad y la vida de la planta. Las semillas sembradas son el producto final de una serie de eventos que se dan durante; su cultivo, producción, cosecha, acondicionamiento y almacenamiento y hasta que son sembradas de nuevo. Durante estos procesos la semilla está sujeta al deterioro. Antes de la cosecha en campo, las semillas pueden ser afectadas por el desarrollo de microorganismos que le ocasionan arrugamientos, manchados que pueden ocasionar deterioro en la semilla (McGee, 1983).

Cuando las semillas son almacenadas pueden perder germinación y vigor, y mostrar señales visibles de invasión por hongos o insectos. Después de la siembra puede ocurrir una emergencia pobre de plantas así como la transmisión de patógenos en la cosecha. En la producción de semillas para minimizar el deterioro se requiere tener una comprensión de los mecanismos que participan en este proceso. Las causas básicas que ocasionan el deterioro de la semilla se ubican en dos categorías, la primera: el tejido de la semilla puede deteriorarse debido al envejecimiento natural y la segunda, se dice que el deterioro en semillas también puede ser ocasionado por la invasión y daño a los tejidos por microorganismos e insectos. Las semillas desde el inicio de su formación en la planta madre hasta que germinan en campo están propensas al ataque microbial y ellas al ser los almacenes de alimento y energía, favorecen que muchos microorganismos tiendan a desarrollar capacidades para invadirlas y dañarlas. La infección frecuentemente daña la semilla y puede proveer medios para que sobrevivan patógenos desde un lugar geográfico a otro (Harman, 1983).

Sin duda alguna que los microorganismos son parte de un conjunto complejo de mecanismos inhibidores durante la invasión a las células de las plantas, de esta manera, o mediante la producción de toxinas o por uno de los mecanismos ya comentados que incurren en la germinación de semillas superando la actividad inhibidora (Cherry, 1983).

Extracción y Sanidad de Semillas Hortícolas

La mayoría de las enfermedades en las plantas son causadas por hongos y además la mayor parte de los patógenos transmitidos por semillas pertenecen a este grupo. Estos microorganismos se identifican en forma de micelio, o esporas en la cubierta de la semilla, así como también en el endosperma o el embrión. Al localizar un hongo en una semilla se le da importancia debido a la habilidad que tiene este para sobrevivir a la desecación o tratamientos con químicos u otros agentes (Kulik y Phillip, 1984).

Vartanian y Endo (1985) al estudiar el efecto de las operaciones de procesamiento en semilla de tomate encontraron que *Phytophthora infestas* fue determinada en un 91.7 por ciento en las semillas húmedas decoloradas proveniente de los frutos infectados. De acuerdo a los diferentes tratamientos de extracción que fueron probados a base de fermentación y ácidos (NaOH o HCl) redujeron la incidencia del patógeno en las semillas en tres cultivares estudiados. Estos autores concluyeron que toda semilla comercial de tomate que es secada antes de ser vendida no debe ser una fuente de inóculo del tizón tardío. Esta conclusión es reforzada por el hecho de que no solamente la fermentación de la

semilla, sino también el tratamiento a las semillas con NaOCl o HCl redujeron considerablemente la población del hongo en la superficie de la semilla en tomate.

Dhanvantari (1989) efectuó un estudio sobre el efecto de los métodos de extracción y tratamientos en semillas de tomate para controlar el cáncer bacteriano. El tratamiento de extracción que consistió en pectina al 0.002 por ciento en una hora a 25 °C no redujo la infección en las semillas, por otra parte la fermentación por 24 horas - 48 horas a temperaturas de 20 - 25°C resultó efectivo en la desinfección de las semillas, el potencial de desinfección en HCl disminuyó abajo de 0.1 m (ie. pH al 1.0 por ciento). Por último se concluyó que al sumergir semilla a 0.6 m/HCl o 0.05 por ciento de 2 - fenifenol fue altamente efectivo en reducir el número de semillas infectadas en las muestras.

Se afirma que el proceso de fermentación controla algunas enfermedades transmitidas por semillas tales como *Corynebacterium michiganense* Jenson, se dice que el éxito depende de la duración y temperatura de fermentación, asimismo se ha demostrado que tanto el método de carbonato sódico como el ácido clorhídrico inactivan el virus del mosaico del tomate transmitido en la testa de la semilla (Raymond, 1989).

Silva *et al.* (1982) reportan que la fermentación reduce la incidencia del cáncer bacteriano la cual es una enfermedad transmitida por semilla, que ocasiona grandes pérdidas económicas al cultivo que ataca. Por otra parte el tratamiento con ácido clorhídrico es efectivo en erradicar esta enfermedad, como también inactiva el virus del mosaico en tomate.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

La investigación se llevó a cabo en el Ejido 2 de Abril Municipio del Fuerte Sinaloa, lugar donde se estableció el cultivo, cosecharon los frutos y se hizo la extracción de semilla. Los ensayos de calidad se realizaron en el Laboratorio de Ensayo de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas y en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Material Experimental

El material vegetativo utilizado corresponde a la variedad "Verde Puebla", que se caracteriza por su fruto grande, color verde claro, buenos rendimientos y gran aceptación en el mercado.

Extracción de Semilla y Aplicación de Tratamientos

La producción de semilla se hizo en un lote de producción comercial de un agricultor cooperante, establecido en el lugar arriba mencionado, en el ciclo otoño invierno de 1995. El primer corte fue destinado por el productor para el mercado fresco por lo que al segundo corte de la cosecha en el mes de marzo se recolectaron los frutos que se ocuparon

para formar las unidades experimentales, éstos se encontraban de un color verde claro y se almacenaron bajo techo con circulación de aire (tejabán). A los 30 días se llevó a cabo la extracción de semilla y antes de extraer se pesaron 4 kg de fruto por cada unidad experimental,* éstas se trituraron frutos en un molino para obtener la pulpa junto con la semilla colocándose en cubetas de 18 litros de plástico para extraer la semilla de la siguiente forma:

El primer método que se probó fue la fermentación para ello se usó la pulpa por un tiempo de 24 y 48 horas con y sin agua a una temperatura promedio de 25 °C, posteriormente se le agregó un litro de agua a cada 4 kg de pulpa macerada en los tratamientos indicados, mientras que en otros no se utilizó. Al cumplirse el tiempo se separó la semilla que se desprendió de la pulpa y mediante lavados en una canaleta de flujo continuo de agua se eliminó la capa mucilaginosa que se adhiere a ella y material inerte. Después de lavarse se drenó el exceso de agua mediante un tamiz, posteriormente se colocó ésta en telas de mosquiteros para ser secada a temperatura ambiente (38 °C).

En los tratamientos ácidos se preparó previamente cada solución en el laboratorio siendo los siguientes HCl 36 por ciento, H₂SO₄ 36 por ciento y NaOH 12 por ciento. En este método se pesaron 4 kg de fruto por unidad experimental, los que se trituraron en un molino colocándose la pulpa macerada en cubetas, después se agregó el compuesto ácido con cuidado a la pulpa de acuerdo a su tratamiento, éstos fueron expuestos a un tiempo de 30 y 60 minutos, posteriormente se lavaron y se secaron las semillas de la misma forma que los tratamientos de fermentación.

Para el método de macerado y lavado inmediato, se trituraron también los frutos y se procedió a la separación de las semillas mediante un lavado y posteriormente se secaron las semillas.

Tratamientos

Los tratamientos que se establecieron fueron 11, con 4 repeticiones generándose 44 unidades experimentales. Se utilizaron 100 semillas por repetición. En seguida se enlistan los tratamientos evaluados:

1. HCl al 36 por ciento (10 ml por kg de fruto en un período de 30 min)
2. HCl al 36 por ciento (10 ml por kg de fruto en un período de 60 min)
3. H₂SO₄ al 36 por ciento (5 ml por kg de fruto en un período de 30 min)
4. H₂SO₄ al 36 por ciento (5 ml por kg de fruto en un período de 60 min)
5. NaOH al 12 por ciento (10 ml por kg de fruto en un período de 30 min)
6. NaOH al 12 por ciento (10 ml por kg de fruto en un período de 60 min)
7. Fermentación al medio ambiente en agua (por un tiempo de 24 horas)
8. Fermentación al medio ambiente en agua (por un tiempo de 48 horas)
9. Fermentación al medio ambiente sin agua (por un tiempo de 24 horas)
10. Fermentación al medio ambiente sin agua (por un tiempo de 48 horas)
11. Macerado y lavado inmediato (testigo).

Variables Evaluadas

Estas se evaluaron en las muestras de semilla aprovechable, y siguiendo las metodologías indicadas por las reglas de análisis de la ISTA y AOSA que se describen a continuación.

Contenido de Humedad

El contenido de agua de la muestra de semillas es el peso que pierde al disecarla y se expresa en porcentaje del peso de la muestra inicial, en este caso, el método utilizado para su cuantificación fue el de secado en estufa sobre base húmeda.

En dos recipientes de aluminio previamente secados y tarados se pesó una cantidad de semilla que cubrió el fondo de la caja y se colocaron dentro de la estufa a temperatura constante de 130 - 133 °C para su secado durante una hora. Posteriormente se enfriaron en un desecador por 30 a 45 minutos y se pesaron a una precisión de 0.0001 g.

El contenido de humedad se calculó en base a peso húmedo mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} \times 100 = \text{Contenido de Humedad (\%)}$$

donde:

P_1 = Peso en gramos de la caja y su tapa

P_2 = Peso en gramos de la caja, tapa y semilla

P_3 = Peso en gramos de la caja, tapa y semilla después del secado

El contenido de humedad comprendió a la media de dos repeticiones con una tolerancia de 0.02 por ciento entre ellas.

Peso Volumétrico

Esta variable se obtuvo a través de una sola repetición por unidad experimental mediante el uso de un vaso de precipitado con capacidad de 54.45 ml. La cantidad de semilla contenida hasta la superficie y debidamente rasada se pesó en una balanza de precisión de 0.01 g, el valor en gramos en dicho volumen se transformo a kilogramos por hectolitro (kg/hl).

Peso de 1000 Semillas

Se registró el peso de 100 semillas en ocho repeticiones por tratamiento, las cuales se pesaron en balanza analítica a una precisión de 0.0001 g, la media de las ocho repeticiones se multiplicó por 10 para obtener el peso de mil semillas cuando el coeficiente de variación no excedió a 4.

Por Ciento de Semillas Infectadas

Para determinar el porcentaje de semilla infectada por hongos, principalmente se realizó una prueba en incubación, y con ello conocer la sanidad de semilla para cada tratamiento de extracción. Para ello se utilizó la prueba en papel secante y congelamiento (Neergaard, 1977) que consistió en lo siguiente:

Muestras de 50 semillas por repetición fueron primeramente desinfectadas en una solución de cloro al 2 por ciento remojándolas por 2 min, después de secar se colocaron 25 semillas sobre dos capas de papel filtro húmedo con agua estéril dentro de cajas petri, las que se sellaron con parafilm, posteriormente se incubaron a una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Después de este tiempo se transfirieron a un congelador a temperatura de -15°C por 24 horas, y en seguida las cajas se colocaron en incubadora a $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ por diez días adicionales y bajo 12 h luz y 12 h de obscuridad para favorecer la esporulación de hongos, anotándose el número de semillas infectadas e identificando los microorganismos presentes después de aislar y permitir el desarrollo adecuado para identificación.

Germinación Estándar

La capacidad de germinación se determinó mediante la prueba estándar de acuerdo a las reglas de ISTA (1985) utilizando 100 semillas con 4 repeticiones las que se colocaron entre dos toallas de papel secante humedecidas, que después de enrollar se colocaron a una temperatura constante de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ con luz durante 8 h y 16 h de

obscuridad durante un período de 14 días. A los siete días se realizó un primer conteo donde se evaluaron plántulas normales, al término de la prueba se realizó la evaluación de plántulas normales a ese conteo, así como las plántulas anormales y las semillas muertas.

Las plántulas normales fueron aquellas que manifestaron un mejor desarrollo de sus estructuras esenciales; radícula e hipocotilo, tomándose como criterio un mínimo de 2 cm para contarse como planta normal, para esta prueba a las semillas se les proporcionó un sustrato de buena calidad y condiciones favorables de agua, temperatura, luz y el porcentaje de germinación correspondió a la suma de plántulas normales de ambos conteos. Se clasificaron como plántulas anormales, aquellas que presentaron las características siguientes: un pobre desarrollo de la raíz y sus estructuras esenciales deformadas (plúmula, hipocotilo).

Vigor

Para determinar el vigor de la semilla se utilizó la prueba de Deterioro Control, a la que es recomendada por la ISTA para determinar la potencialidad de vigor en semillas hortícolas. Sigue el mismo principio del envejecimiento acelerado al someter las semillas a alta temperatura y humedad relativa, incorporando la diferencia de un control uniforme del contenido de humedad de las semillas antes del período de estrés, ya que los lotes de semillas absorben humedad a distintas fases desde la atmósfera húmeda, por lo que las diferencias de respuesta al envejecimiento pueden depender del contenido de humedad inicial y la velocidad con que se alcanza la humedad final (Matthews y Powell, 1987).

Previo al deterioro se determinó el contenido de humedad de las semillas bajo la metodología ya descrita y se ajustó para la prueba a un contenido de humedad de 20 por ciento mediante la adición del agua necesaria a las semillas que se estimó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de agua (ml)} = \frac{100 - \text{CH inicial}}{100 - \text{CH requerido}} \times \text{peso de semilla (g)}$$

Después de adicionar la cantidad de agua se selló la semilla en bolsas de plástico dobles que se dejaron dentro de un refrigerador a 10°C por 12 h para uniformizar el contenido de humedad. Las semillas embolsadas se colocaron en baño de agua inmersos a una temperatura constante de 42°C por 48 horas. Después de este período las semillas fueron evaluadas para germinación estándar, bajo la metodología ya descrita expresándose en porcentaje de germinación después de deterioro controlado y que corresponde al vigor de las semillas.

Velocidad de Emergencia en Invernadero

Esta variable consistió en medir la velocidad de germinación o emergencia de plántulas utilizándose la fórmula descrita por Maguire (1962) que permite determinar el vigor, ya que éste será mas alto entre más rápido y uniforme germine y emerja una semilla. Los conteos de plántulas normales se realizaron diariamente haciéndose siempre a la misma hora y dentro de un período mínimo al primer día de emergencia y hasta el conteo final, para ello se sembraron cuatro repeticiones de 100 semillas por cada una de las

unidades experimentales en surcos de un metro de largo, colocándose en una cama de un metro de ancho por diez de largo. Previamente, se aplicó un riego pesado al momento de la siembra y después se mantuvo la humedad regándose cada tercer día. Una vez que inició la emergencia se efectuaron conteos diariamente, al emerger las plántulas unos 3 cm aproximadamente y que mostraban la formación de dos hojas completas. Con el número de plántulas y su día a la emergencia correspondiente se calculó la velocidad de emergencia utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{I.V.E.} = \left(\frac{\text{No. de plántulas normales}}{\text{días al primer conteo}} + \dots + \frac{\text{No de plántulas normales}}{\text{días al conteo final}} \right)$$

A los 10 días se alcanzó la máxima emergencia y se terminó el ensayo calculándose asimismo el índice de velocidad de emergencia para cada tratamiento.

Emergencia en Campo

Esta evaluación fue realizada en la localidad donde se produjo la semilla con el propósito de evaluar la emergencia bajo las condiciones regionales y obtener información más precisa. Para ello se prepararon dos camas con humedad de capacidad de campo sembrándose cuatro repeticiones de 100 semillas por cada una de las unidades experimentales en surcos de 1 m de largo con una distancia entre surcos de 10 cm. Se realizó un solo conteo de las plántulas emergidas a los 14 días cuantificándose como la emergencia total.

Análisis Estadístico

Los datos fueron sometidos a la técnica del análisis de varianza y para ello los valores de las variables germinación estándar, vigor (primer conteo, germinación después del deterioro controlado, emergencia en campo) antes de ser analizados se transformaron los porcentajes de la siguiente manera:

$$\text{Arcoseno } \sqrt{\text{porcentaje}}$$

El análisis estadístico se realizó bajo un diseño completamente al azar, cuyo modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = variable en estudio

μ = media general

α_i = efecto del i -ésimo tratamiento

e_{ij} = error aleatorio asociado con la ij -ésima unidad experimental.

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados de las variables que se estudiaron con la finalidad de ver la respuesta de los tratamientos de extracción sobre la calidad de la semilla y evaluándose por medio de los siguientes ensayos: peso de mil semillas (PMS), peso volumétrico (PV), germinación estándar (GE), primer conteo de germinación (PCG), vigor mediante germinación después del deterioro controlado (DC), índice de velocidad de emergencia en invernadero (I.V.E.I.) y emergencia en campo (EC), asimismo el por ciento de infección de microorganismos que portaban las semillas de cada tratamiento.

Variables de Calidad Física

Peso de Mil Semillas

El análisis de varianza (ANVA) para la variable peso de 1000 semillas no detectó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados (Cuadro 4.1). Sin embargo, se efectuó una comparación de medias (Cuadro 4.2) donde se pudo apreciar que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, puede observarse que en el tratamiento 7 (fermentación 24 horas con agua) fue donde se obtuvo semilla con el menor peso de mil semillas. El tratamiento que permitió el peso de mil semillas más alto fue el tratamiento 8 (fermentación por 48 horas con agua).

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancias de las variables de respuesta peso de mil semillas y peso volumétrico en métodos de extracción de semilla de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.

F.V.	G.L.	Peso de mil Semillas	Peso Volumétrico
Tratamientos	10	0.000283 NS	2.017 NS
Error	33	0.000137	1.856
C.V. (%)		1.0	2.13

NS= No Significativo

Cuadro 4.2. Medias del efecto de métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara sobre el peso de 1000 semillas y peso volumétrico. UAAAN. 1995.

No. Tratamiento	Peso de 1000 Semillas (g)	Peso Volumétrico kg/hl
1	2.212	63.71
2	2.210	62.94
3	2.210	63.22
4	2.197	62.97
5	2.205	64.84
6	2.200	63.25
7	2.195	64.87
8	2.225	63.63
9	2.210	64.18
10	2.200	64.52
11	2.207	64.10

Tratamientos

1. HCl 36 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto
2. HCl 36 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto
3. H₂SO₄ 36 por ciento 30 min 5 ml por kg de fruto
4. H₂SO₄ 36 por ciento 60 min 5 ml por kg de fruto
5. NaOH 12 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto
6. NaOH 12 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto
7. Fermentación por 24 horas con agua
8. Fermentación por 48 horas con agua
9. Fermentación por 24 horas sin agua
10. Fermentación por 48 horas sin agua
11. Macerado y lavado inmediato (testigo).

Peso Volumétrico

Para la variable de peso volumétrico no se encontró diferencia significativa en el ANVA entre los tratamientos (Cuadro 4.1). Aunque no se encontró diferencia significativa, de acuerdo a los valores de las medias obtenidos en relación al peso, el tratamiento 7 (fermentación por 24 horas con agua) resultó el más alto con 64.87 kg/hl. El tratamiento 2 (HCl 36 por ciento por 60 min) resultó con el menor peso volumétrico 62.94 kg/hl.

Por lo que respecta a las variables de calidad física, éstas no fueron alteradas por el método de extracción en relación a su peso, pero si influyó el método de extracción en la apariencia física de las semillas al ser manchadas por la fermentación a más de 24 horas.

Variables de Calidad Fisiológica de Semilla

Germinación

En el Cuadro 4.3 se observa el análisis de varianza para capacidad de germinación detectándose diferencias significativas entre los tratamientos de extracción. En el Cuadro 4.4 puede observarse que el tratamiento 3 (H₂SO₄ por 30 min) obtuvo el porcentaje de germinación más alto (96 por ciento), siendo estadísticamente igual a todos los tratamientos, excepto al tratamiento 8 (fermentación por 48 horas con agua) que presentó el porcentaje más bajo de germinación (84 por ciento). Por lo que respecta a este último tratamiento la fermentación por 48 horas con agua tuvo un efecto en la germinación de la semilla. De acuerdo a estudios de Liptay (1989) la fermentación redujo la germinación de

semilla de tomate conforme aumentó el tiempo de exposición de las semillas a más de 48 horas debido a este método.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios y significancia de las variables germinación al primer conteo y germinación estándar en métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.

F.V.	G.L.	Germinación	
		P. Conteo	P. Normal.
Tratamientos	10	360.92 **	40.74 *
Error	33	19.19	17.88
C.V. (%)		6.96	5.77

* Significativo

** Altamente Significativo

Cuadro 4.4. Medias del efecto de métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara (*P. ixocarpa*) sobre la variable de respuesta germinación estándar. UAAAN. 1995.

No. Tratamiento	Germinación (%)
3	96 a
7	94 a b
11	94 a b
9	94 a b
2	93 a b
5	91 a b
6	90 a b
1	90 a b
4	90 a b
10	89 a b
8	84 b

1. Medias con la misma literal son estadísticamente iguales

2. Tukey ($P \leq 0.05$)

Tratamientos

1. HCl 36 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto
2. HCl 36 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto
3. H₂SO₄ 36 por ciento 30 min 5 ml por kg de fruto
4. H₂SO₄ 36 por ciento 60 min 5 ml por kg de fruto
5. NaOH 12 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto
6. NaOH 12 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto

7. Fermentación por 24 horas con agua
8. Fermentación por 48 horas con agua
9. Fermentación por 24 horas sin agua
10. Fermentación por 48 horas sin agua
11. Macerado y lavado inmediato (testigo).

Por otra parte Silva *et al.* (1982) encontraron que al exponer las semillas de tomate por 72 horas en fermentación obtuvieron la más baja germinación. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con estos autores debido a que en la fermentación un factor que influyó en la calidad fisiológica fue el tiempo de exposición en la extracción, lo cual se puede observar gráficamente en la Figura A.1 ya que en los tratamientos de fermentación por 48 horas ésta redujo la germinación de las semillas, asimismo debido al tiempo de fermentación, también debemos señalar que este método afectó la presentación de las semillas obscureciendo su color.

Vigor

Primer conteo de Germinación

En el Cuadro 4.3, podemos observar que en el análisis de varianza para la variable primer conteo de germinación existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos de extracción. De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 4.5) el tratamiento 7 (fermentación por 24 horas con agua) fue el mejor con un 90 por ciento compartiendo estadísticamente con el T1 (HCl por 30 minutos) pero se observó que existe una diferencia marcada entre los valores de estos tratamientos ya que el T1 obtuvo un 81 por ciento de vigor lo cual es importante señalar ya que no existieron diferencias significativas entre ellos. Los tratamientos más bajos en vigor para esta variable resultaron el T8 (fermentación por 48 horas con agua) con 62 por ciento y el T10 (fermentación 48 horas sin agua) que permitió apenas un 39 por ciento.

Cuadro 4.5. Medias del efecto de métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara (*P. ixocarpa*) sobre las variables de vigor (primer conteo de germinación y deterioro controlado). UAAAN. 1995.

No. Tratamiento	Primer conteo (%)	No. Tratamiento	(D.C.) (%)
7	90 a	11	92 a
9	87 a	4	90 a
3	86 a	6	90 a
11	84 a	9	90 a
4	84 a	2	90 a
2	84 a	7	87 a b
5	83 a	3	87 a b
6	82 a	1	86 a b
1	81 a b	5	85 a b
8	62 b	8	81 a b
10	39 c	10	72 b

1. Medias con la misma literal son estadísticamente iguales

2. Tukey ($P \leq 0.01$)

Tratamientos

- | | |
|---|--|
| 1. HCl 36 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto | 7. Fermentación por 24 horas con agua |
| 2. HCl 36 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto | 8. Fermentación por 48 horas con agua |
| 3. H ₂ SO ₄ 36 por ciento 30 min 5 ml por kg de fruto | 9. Fermentación por 24 horas sin agua |
| 4. H ₂ SO ₄ 36 por ciento 60 min 5 ml por kg de fruto | 10. Fermentación por 48 horas sin agua |
| 5. NaOH 12 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto | 11. Macerado y lavado inmediato (testigo). |
| 6. NaOH 12 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto | |

En la Figura A.2 podemos apreciar claramente como el tiempo de exposición de la semilla bajo fermentación con agua y sin agua por 48 horas bajo su vigor. Estos resultados coinciden a los obtenidos por Silva *et al.*(1982) ellos encontraron que a medida que se incrementó el tiempo de fermentación por 72 horas éste tuvo un efecto en el vigor de la semilla de tomate. Por otra parte coincidimos con Raymond (1989) debido a que este método tiene una característica en decolorar las semillas.

Deterioro Controlado

Esta variable presentó diferencias significativas entre los tratamientos, como podemos apreciar en el Cuadro 4.6. Sin embargo, se efectuó una comparación múltiple de medias ya que los valores del ANVA mostraron significancia Steel y Torrie (1960).

Cuadro 4.6. Cuadrado medio y significancia de la variable vigor (deterioro controlado) en métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.

F.V.	G.L.	Deterioro Controlado
Tratamientos	10	83.043747**
Error	33	20.854641
C.V. (%)		6.62

** Altamente significativo

De acuerdo a los resultados el tratamiento 11 (macerado y lavado inmediato) tuvo una germinación de 92 por ciento después del deterioro mientras que, el tratamiento 10 (fermentación por 48 horas sin agua) resultó con un 72 por ciento de vigor (Cuadro 4.5). Estos valores nos indican una diferencia altamente significativa que fue detectada por el análisis de varianza en relación a este tratamiento. En la Figura A.3 pueden observarse estos resultados. Los valores obtenidos del T10 y T8 resultaron los más bajos en las evaluaciones de germinación estándar, primer conteo de germinación y germinación después del deterioro controlado. Por lo tanto podemos atribuir que la fermentación por 48 horas, con y sin agua afectó la viabilidad de la semilla.

Indice de Velocidad de Emergencia

El análisis de varianza para esta variable detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 4.7). El tratamiento 5 (NaOH por 30 minutos) fue donde se obtuvo el índice de velocidad de emergencia más alto con un valor de 17 siendo estadísticamente igual a los tratamientos 6, 9, 1, 4, 11 y 7. Como puede observarse la comparación de medias (Cuadro 4.8), los mejores índices de velocidad de emergencia se obtuvieron cuando las semillas fueron expuestas a menor tiempo de extracción con excepción de los tratamientos 4 y 6. Por lo que respecta a los tratamientos ácidos T3 (H₂SO₄ por 30 min) y T2 (HCl por 60 min) estos resultaron estadísticamente ($P \leq 0.01$) con un índice de velocidad de emergencia bajo. Estos resultados no coinciden a los obtenidos por Gowda *et al.* (1991) donde ellos obtuvieron los mejores índices de vigor al extraer semilla de tomate con tratamientos de HCl por 45 min y H₂SO₄ por 30 min. Por lo que respecta a los tratamientos T8 (fermentación por 48 horas con agua) y T10 (fermentación 48 horas sin agua) estos presentaron estadísticamente ($P \leq 0.01$) el índice más bajo de velocidad de emergencia. Estos datos pueden observarse gráficamente en la Figura A.4.

Cuadro 4.7. Cuadrados medios y significancia de las variables índice de velocidad de emergencia en invernadero y emergencia en campo, de métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.

F.V.	G.L.	I..V. E. I.	E. Campo
Tratamientos	10	17.00 **	269.90 **
Error	33	1.20	79.51
C.V. (%)		7.80	13.24

** Altamente Significativo

Cuadro 4.8. Medias del efecto de métodos de extracción en la semilla de tomate de cáscara (*P. ixocarpa*) sobre el índice de velocidad de emergencia en invernadero. UAAAN. 1995.

No. Tratamiento	I.V. E..I.
5	17.1 a
6	16.0 a b
9	15.7 a b
1	15.0 a b
4	14.0 a b
11	14.0 a b
7	14.0 a b c
3	14.0 b c
2	13.0 b c d
8	11.0 c d
10	10.0 d

1. Medias con la misma literal son estadísticamente iguales
2. Tukey ($P \leq 0.01$)

Tratamientos

- | | |
|---|--|
| 1. HCl 36 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto | 7. Fermentación por 24 horas con agua |
| 2. HCl 36 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto | 8. Fermentación por 48 horas con agua |
| 3. H ₂ SO ₄ 36 por ciento 30 min 5 ml por kg de fruto | 9. Fermentación por 24 horas sin agua |
| 4. H ₂ SO ₄ 36 por ciento 60 min 5 ml por kg de fruto | 10. Fermentación por 48 horas sin agua |
| 5. NaOH 12 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto | 11. Macerado y lavado inmediato (testigo). |
| 6. NaOH 12 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto | |

Emergencia en Campo

La variable de emergencia en campo se evaluó en un solo conteo de plántulas emergidas al final del tiempo en que se alcanzó la máxima emergencia. El ANVA detectó diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro 4.7) por lo que se realizó la comparación múltiple de medias (Cuadro 4.9) donde se observa como el T7 que consiste en (fermentación por 24 horas con agua) resultó el mejor con 91 por ciento. Siendo estadísticamente igual ($P \leq 0.01$) a los demás tratamientos, excepto el T8 (fermentación por 48 horas con agua) el cual resulto más bajo en esta prueba con un 55 por ciento de vigor. En la Figura A.5 se puede apreciar claramente como se baja el vigor en este

tratamiento, podemos señalar que en estos dos tratamientos, existe una diferencia marcada en las variables de calidad evaluadas, notándose que el factor tiempo en fermentación natural influyó en la calidad de las semillas. No observándose esta tendencia en los métodos ácidos puesto que no existió diferencia significativa ($P \leq 0.01$) entre ellos.

Cuadro 4.9. Medias del efecto de métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara (*P. ixocarpa*) sobre la variable de respuesta vigor (emergencia en campo). UAAAN. 1995.

No. Tratamiento	(E. C.) (%)
7	91 a
6	91 a
5	90 a b
2	88 a b
9	87 a b
4	87 a b
11	83 a b
1	83 a b
10	83 a b
3	69 a b
8	55 b

1. Medias con la misma literal son estadísticamente iguales

2. Tukey ($P \leq 0.01$)

Tratamientos

1. HCl 36 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto
2. HCl 36 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto
3. H₂SO₄ 36 por ciento 30 min 5 ml por kg de fruto
4. H₂SO₄ 36 por ciento 60 min 5 ml por kg de fruto
5. NaOH 12 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto
6. NaOH 12 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto

7. Fermentación por 24 horas con agua
8. Fermentación por 48 horas con agua
9. Fermentación por 24 horas sin agua
10. Fermentación por 48 horas sin agua
11. Macerado y lavado inmediato (testigo).

En lo que respecta a los tratamientos derivados de hidróxido de sodio como lo son el T6 y T5, éstos alcanzaron germinaciones de 91 y 90 por ciento resultando las mejores en esta prueba.

Sanidad

Microorganismos

En el Cuadro 4.10 se observan los géneros y porcentaje de semillas infectadas en los diferentes tratamientos de extracción. En forma general se encontraron cuatro géneros de hongos en todos los tratamientos: *Fusarium* sp, *Alternaria* sp, *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp.

Respecto a la incidencia de hongos se observó que el tratamiento T11 (macerado y lavado inmediato) así como el T4 (H₂SO₄ por 60 min) presentaron el más bajo porcentaje de infección (2 y 4 por ciento respectivamente) superando a los otros tratamientos Figura A.6. Pero una de las observaciones que podemos señalar y que coincide con Vartanian y Endo (1985) es que a medida que se incrementa el tiempo de exposición de las semillas bajo fermentación estas presentaron una menor incidencia de microorganismos.

Por otra parte podemos señalar que el porcentaje de las semillas infectadas no tuvo una significancia en la calidad de las semillas de acuerdo a los tratamientos probados, cabe aclarar que los géneros tanto de *Alternaria* *Penicillium* y *Aspergillus* son hongos que se encuentran en el medio ambiente y pudieron contaminar las semillas al momento de la extracción, almacenamiento o en laboratorio.

Cuadro 4.10. Microflora (porcentaje de semillas infectadas) presente en semilla de tomate de cáscara bajo métodos de extracción. UAAAN. 1995.

No. Tratamiento	Géneros	Semilla infectada (%)
T1. HCl 30 min	<i>Alternaria</i> <i>Fusarium</i>	7.0
T2. HCl 60 min	<i>Alternaria</i> <i>Penicillium</i>	10.0
T3. H ₂ SO ₄ 30 min	<i>Alternaria</i>	12.0
T4. H ₂ SO ₄ 60 min	<i>Alternaria</i>	4.0
T5. NaOH 30 min	<i>Alternaria</i>	6.0
T6. NaOH 60 min	<i>Alternaria</i> <i>Fusarium</i>	12.0
T7. Fermentación 24 h con agua	<i>Alternaria</i> <i>Fusarium</i>	10.0
T8. Fermentación 48 h con agua	<i>Alternaria</i> <i>Fusarium</i>	6.0
T9. Fermentación 24 h sin agua	<i>Alternaria</i> <i>Aspergillus</i>	12.0
T10. Fermentación 48 h sin agua	<i>Alternaria</i>	6.0
T11. Macerado y lavado inmediato	<i>Alternaria</i> <i>Fusarium</i> <i>Aspergillus</i>	2.0

Tratamientos

1. HCl 36 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto
2. HCl 36 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto
3. H₂SO₄ 36 por ciento 30 min 5 ml por kg de fruto
4. H₂SO₄ 36 por ciento 60 min 5 ml por kg de fruto
5. NaOH 12 por ciento 30 min 10 ml por kg de fruto
6. NaOH 12 por ciento 60 min 10 ml por kg de fruto
7. Fermentación por 24 horas con agua
8. Fermentación por 48 horas con agua
9. Fermentación por 24 horas sin agua
10. Fermentación por 48 horas sin agua
11. Macerado y lavado inmediato (testigo).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

El método de extracción utilizado no influyó en la calidad física (peso de 1000 semillas y peso volumétrico) de la semilla.

El método ácido (NaOH, HCl, H₂SO₄) permitió obtener la mejor apariencia física en las semillas, contribuyendo a que esta no se decolore.

Los estudios de calidad fisiológica determinaron que al incrementar el tiempo de fermentación con agua y sin agua, de 24 a 48 horas la germinación y el vigor en las semillas (PCG, IVEI, DC, EC) fueron afectados.

El método de macerado y lavado inmediato y ácido sulfúrico por 60 minutos fueron los que permitieron el porcentaje más bajo de semilla infectada.

Los microorganismos detectados en bajo porcentaje en la semilla fueron: *Alternaria* sp, *Fusarium* sp, *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp., los cuales aparentemente no afectaron la calidad fisiológica de la semilla.

En el método utilizado por el productor (extracción al segundo corte de cosecha)

las semillas presentaron buena calidad por lo que se considera una técnica aceptable a

nivel de producción artesanal de semillas.

RESUMEN

La extracción de semillas hortícolas de frutos carnosos se lleva a cabo por diferentes métodos con el fin de remover las capas gelatinosas que las cubren, por lo que es importante que se eliminen para evitar problemas como: latencia, y partículas indeseables, así como mejorar su apariencia física al comercializarse.

El presente estudio fue conducido con el objetivo de evaluar el efecto de métodos de extracción en la germinación, vigor y sanidad de semilla de tomate de cáscara de la variedad Verde Puebla, como también determinar el tiempo óptimo de fermentación y el nivel de calidad de la semilla extraída al segundo corte de cosecha. Los frutos para la extracción de semilla fueron obtenidos en un lote comercial de un productor localizado en el Ejido Dos de Abril, El Fuerte, Sinaloa.

Se estudiaron tres métodos de extracción: el método ácido que incluyó NaOH, HCl y H₂SO₄ en diferentes tiempos (30 y 60 min) y dosis (10, 10 y 5 ml respectivamente); fermentación natural en diferentes tiempos (24 y 48 horas) con y sin agua; macerado y lavado inmediato (testigo). La combinación de estos tres métodos originó 11 tratamientos bajo un diseño estadístico completamente al azar con cuatro repeticiones.

Las evaluaciones incluyeron la calidad física (peso de mil semillas y peso volumétrico), calidad fisiológica (germinación estándar, vigor: mediante primer conteo de germinación, deterioro controlado, índice de velocidad de emergencia en invernadero y emergencia en campo) y sanidad de las semillas después de su extracción.

Los resultados indicaron que no existió diferencia significativa en el peso de mil semillas, ni en peso volumétrico, en relación a la calidad física. Por otra parte, la calidad fisiológica indicó diferencias significativas originadas principalmente por el tiempo de fermentación. En general, conforme se incrementó el tiempo de fermentación de 24 a 48 horas la calidad de las semillas disminuyó.

En cuanto a la fermentación inducida por el método ácido podemos señalar que no existió diferencia significativa en las variables de calidad fisiológica en relación a los tiempos al que fue expuesta la semilla, presentando una buena viabilidad y contribuyendo además a que la semilla no se decolore como sucede en el método de fermentación natural.

En relación a la sanidad de la semilla se detectaron los géneros: *Alternaria* sp, *Fusarium* sp, *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp, los cuales no afectaron la calidad fisiológica. La menor incidencia de microorganismos se encontró en el método de macerado y lavado inmediato (2 por ciento) y H₂SO₄ 5 ml/kg de fruto por 60 min (4 por ciento).

Con la información presentada se concluyó que sí existe influencia del método de extracción utilizado sobre la calidad fisiológica de la semilla de tomate de cáscara. El

tiempo óptimo de fermentación con y sin agua al dejarla por 24 horas a una temperatura de 25 °C es suficiente para no afectar la calidad de la semilla, también debemos señalar que la semilla extraída al segundo corte de cosecha en lotes comerciales del productor es de buena calidad.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution No.32 to the Handbook on Seed Testing. pp. 20 - 25 USA.
- Carvalho, J.S. 1983. Sementes: Ciencia, tecnologia e producto 2a. Edición. Rev. Campinas. Fundacao Cargill. pp. 199- 213.
- Copeland, L. O. and McDonald, M.B. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2nd. Ed. Burguess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. pp. 63 - 75. USA.
- Criollo, E. H., V. Ibarra C. y G. Ficher. 1992. Germinación de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes grados de madurez y tiempo de almacenamiento. Acta Horticulturae. Universidad de Narino. Pasto, Colombia. : 310 : 183 - 187.
- Cherry, J. P. 1983. Protein degradation during seed deterioration. Symposium on deterioration mechanisms in seeds. Phytopathological Society. New Orleans, Louisiana. pp. 320 - 321.
- Delouche, J.C. 1985. Physiological Seed Quality. In: Proceedings 1985 Short Course for seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi, United States of América. 27: 51 - 59.
- _____ 1986. Quality Control. In: Proceedings 1986 Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi, United States of América. Volume 28: 83 - 94.
- Dhanvantari, B. N. 1989. Effect of seed extraction Methods and seed tratments on control of tomato bacterial Canker. Canadian Journal of Plant Pathology. 11: 4 : 400 - 408. Canadá.

- Flores, M.J. 1989. Efecto de los factores ambientales sobre la calidad de semilla de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) después de madurez fisiológica. Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Gowda, S. J; Talukdar K., and Ramaiah, H. 1991. Optimization of seed extraction technique in tomato. *Seeds and Farms*. Bangalore, India. 17: 3 - 4 : 15 - 17.
- Harman, G. E. 1983. Mechanisms of seed infection and pathogenesis. *Phytopathological Society*. New Orleans, Louisiana. p. 326. USA.
- Hernández, C. P. 1990. Evaluación de la calidad física de semillas hortícolas mediante equipo mecánico de limpieza. Tesis. Licenciatura. U. A. CH. Chapingo, México. pp. 16 - 19.
- International Seed Testing Association. (ISTA). 1985. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.* 4: 1 - 177. The Netherlands.
- Instituto Nacional de Investigación Agrícola. (INIA). 1981. Campo Agrícola Experimental, Tecamachalco. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el Estado de Puebla. Tecamachalco, Puebla. p-18.
- Kachru, R. P. and Sheriff, J.T. 1992. Performance evaluation of axial flow vegetable seed extractor. *Indian Journal of Agricultural Engineering*. Madhya, Pradesh, India. 2: 1 : 37.
- Kulik, M. and Phillip Stanwood 1984. Horticultural Seed Pathology and Introduction. *Journal of Seed Technology*. : 9 : 1. Fort Collins. USA.
- Liptay, A. 1989. Extraction procedures for optimal tomato seed quality. *Acta horticulturae*. Canadá. : 253 : 163 - 170.
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination: Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 2: 176 - 177. USA.

- Matthews, S. and Powell, A.A. 1987. ISTA Handbook of Vigour test methods. 2nd Edition ISTA Zurich, Switzerland. pp. 49 - 56.
- McGee, D.C. 1983. Symposium on deterioration mechanisms in seeds. Phytopathological Society. New Orleans, Louisiana. 318 p. USA.
- Moreno, M., E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 103 - 114.
- Neergaard, P. 1977. Seed pathology, Vol. 1 Y 2. John Wiley and Sons. New York. USA.
- Orduña, M. O., Peña L. A., Cruz G. R. 1992. Germinación en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. México. 16 : 78 : 74 - 77.
- Osuna, H., M., A. Peña L. R.A. Cruz G. y L. Serrano. 1992. Manejo postcosecha de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) para producción de semilla. Revista Chapingo : 78 : 82.
- Palacio., D.S. 1989. Evaluación de métodos de extracción en el rendimiento y calidad de la semilla de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill cv floradade). Tesis. Licenciatura. UANL. Marín, N.L. México. 114 p.
- Raju, T.V. K.; Ramamoorthy, K.; and Sitoula, B. P. 1992. Extraction methods in relation to quality and storage potential of tomato seeds. Progressive Horticulture. Coimbatore, India. 21 : 3 - 4 : 292 - 295.
- Raymond, A.T. 1989. Producción de semillas de plantas hortícolas. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid. pp. 220 - 223.
- Rocha, F. E. De C.; Cabral De Miranda, J. E.; and Pessoa. 1992. Equipment for the extraction of tomato seeds. Seed Abstracts. Vol. 15 : 11 : 481.

SARH/DGEA. 1984. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/Dirección General de Estadística Agrícola. Agenda de Información Estadística Agropecuaria y Forestal, México.

Silva, R. F.; Koch, R.B. and Moore, E.L. 1982. Effect of extraction procedures on tomato (*Lycopersicum esculentum*). Seed germination and vigour. Seed Science and Technology. The Netherlands. 10 : 2 : 187 - 191.

Síntesis Hortícola. 1989. (S. H.). Revista Edit. año 2000. Vol. 3 No. 1. pp. 9 - 14.

Steel, G.D. and J. M. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. Editorial McGraw - Hill Book Company, Inc. E.U.A. 481 p.

Stryapkova, L.V. y Kononkov, P.F. 1981. Effect of the method of seed extraction in tomatoes y cucumbers on seed quality. Horticultural abstract 51 : 11: 802. Canadá.

Vadivelu, K. K. y Ramswamy, K. R. 1977. Influence of seed extraction methods on seed quality in tomato. Horticultural abstract 49 : 3 : 131. Canadá.

Vartanian, V. G. y R. Endo M. 1985. Survival of *Phytophthora infestans* in seed extracted from infected tomato fruit. Phytopathology. Riverside Cal. 75 : 3: 375 - 378. USA.

APENDICE

Cuadro A.1. Contenido de humedad y rendimiento de semillas en diferentes métodos de extracción en tomate de cáscara. UAAAN. 1995.

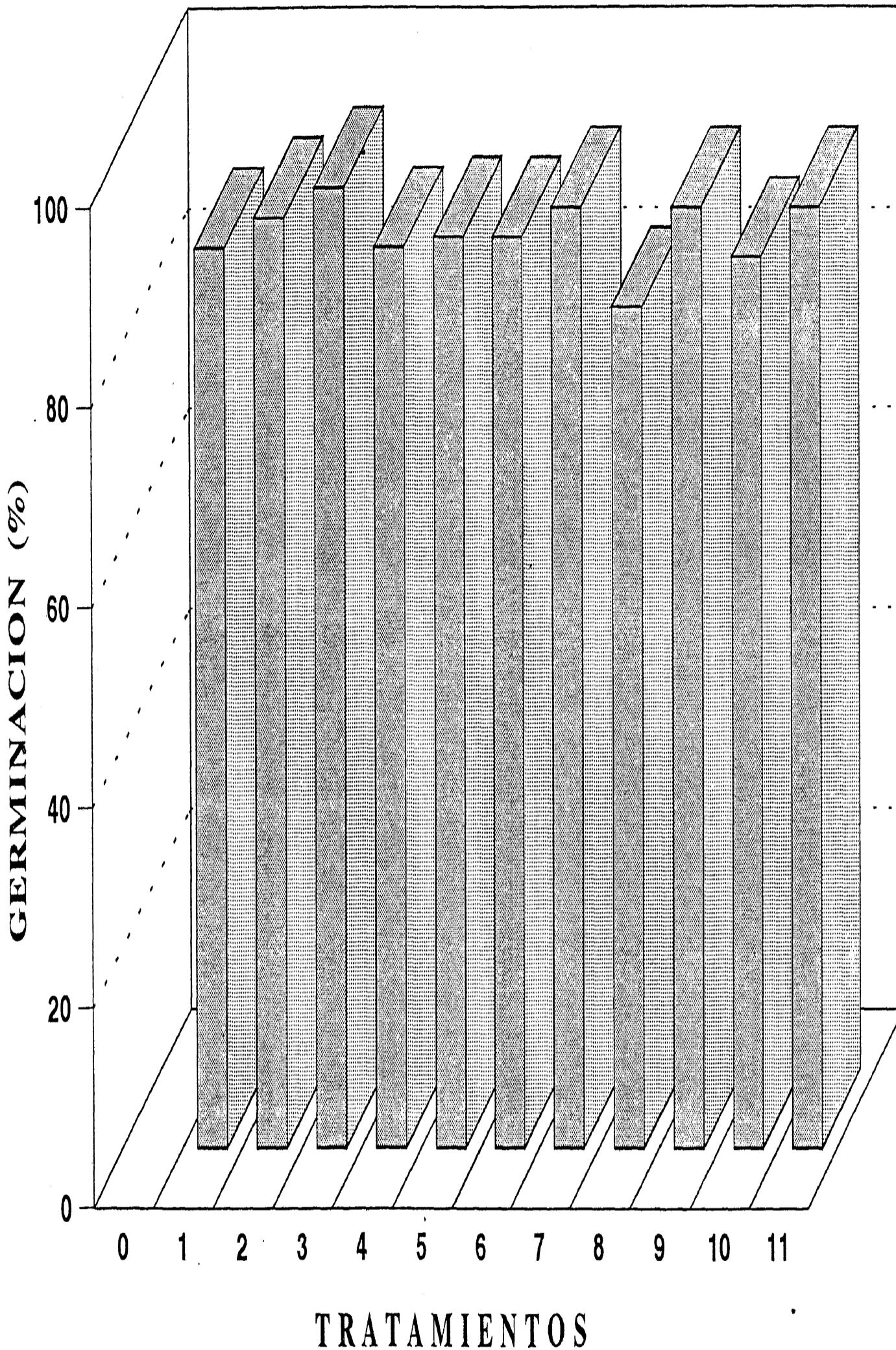
No. Tratamiento	C. de Humedad %	R e n d i m i e n t o	
		grs/ kg de fruto	kg/ton de fruto
1	5.8	18.12	18.12
2	5.7	17.50	17.50
3	5.7	18.43	18.43
4	6.1	15.93	15.93
5	6.1	18.12	18.12
6	6.5	17.18	17.18
7	5.9	18.12	18.12
8	5.4	15.31	15.31
9	5.9	17.50	17.50
10	6.3	18.75	18.75
11	6.2	18.12	18.12

Tratamientos

1. HCl 36% 30 min 10 ml por kg de fruto
2. HCl 36% 60 min 10 ml por kg de fruto
3. H₂SO₄ 36% 30 min 5 ml por kg de fruto
4. H₂SO₄ 36% 60 min 5 ml por kg de fruto
5. NaOH 12% 30 min 10 ml por kg de fruto
6. NaOH 12% 60 min 10 ml por kg de fruto
7. Fermentación por 24 horas con agua
8. Fermentación por 48 horas con agua
9. Fermentación por 24 horas sin agua
10. Fermentación por 48 horas sin agua
11. Macerado y lavado inmediato (testigo).

Cuadro A.2. Temperaturas promedio registradas al momento de la extracción de semilla en diferentes métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara. UAAAN. 1995.

Fecha	Tratamiento	Temperaturas °C
13 de abril	Fermentación 48 horas	24.5
14 de abril	Fermentación 48 horas	24.5
15 de abril	Fermentación 24 horas	25.8
16 de abril	Ácido Clorhídrico 30 y 60 min	38.0
16 de abril	Ácido Sulfúrico 30 y 60 min	38.0
17 de abril	Hidróxido de Sodio 30 y 60 min	35.0
18 de abril	Macerado y Lavado Inmediato	32.0



- T1.HCl 36 % 10 ml/kg en 30 min.
- T2.HCl 36 % 10 ml/kg en 60 min.
- T3.H2SO4 36 % 5 ml/kg en 30 min.
- T4.H2SO4 36 % 5 ml/kg en 60 min.
- T5.NaOH 12 % 10 ml/kg en 30 min.
- T6.NaOH 12 % 10 ml/kg en 60 min.
- T7.Fermentación en 24 horas con agua
- T8.Fermentación en 48 horas con agua
- T9.Fermentación en 24 horas sin agua
- T10.Fermentación en 48 horas sin agua
- T11.Macerado y Lavado Inmediato

Figura A.1 Resultados de germinación de semilla de tomate de cáscara bajo diferentes métodos de extracción.

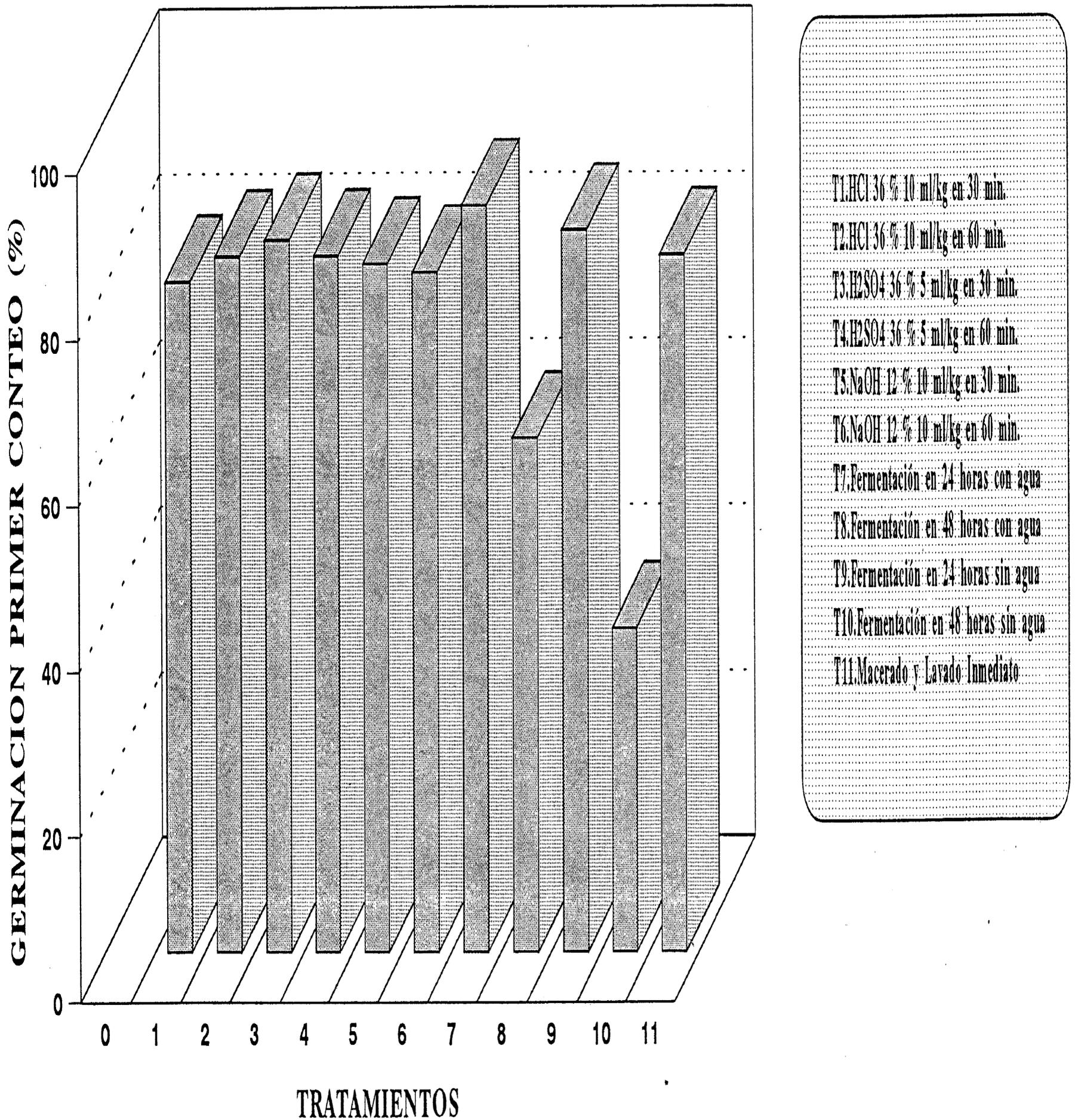


Fig. A.2 Resultados de vigor (germinación al primer conteo) en semilla de tomate de cáscara bajo diferentes métodos de extracción.

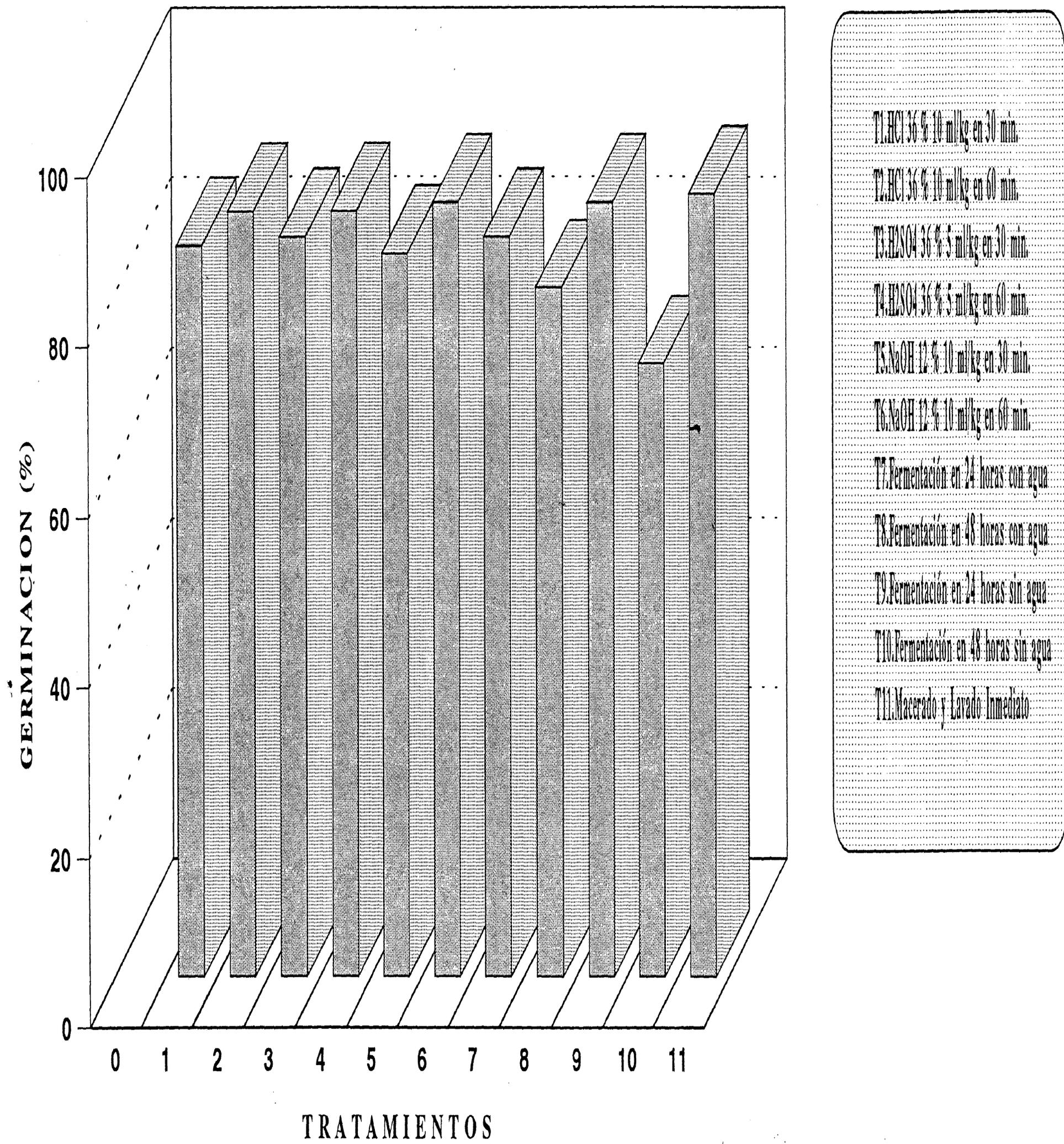
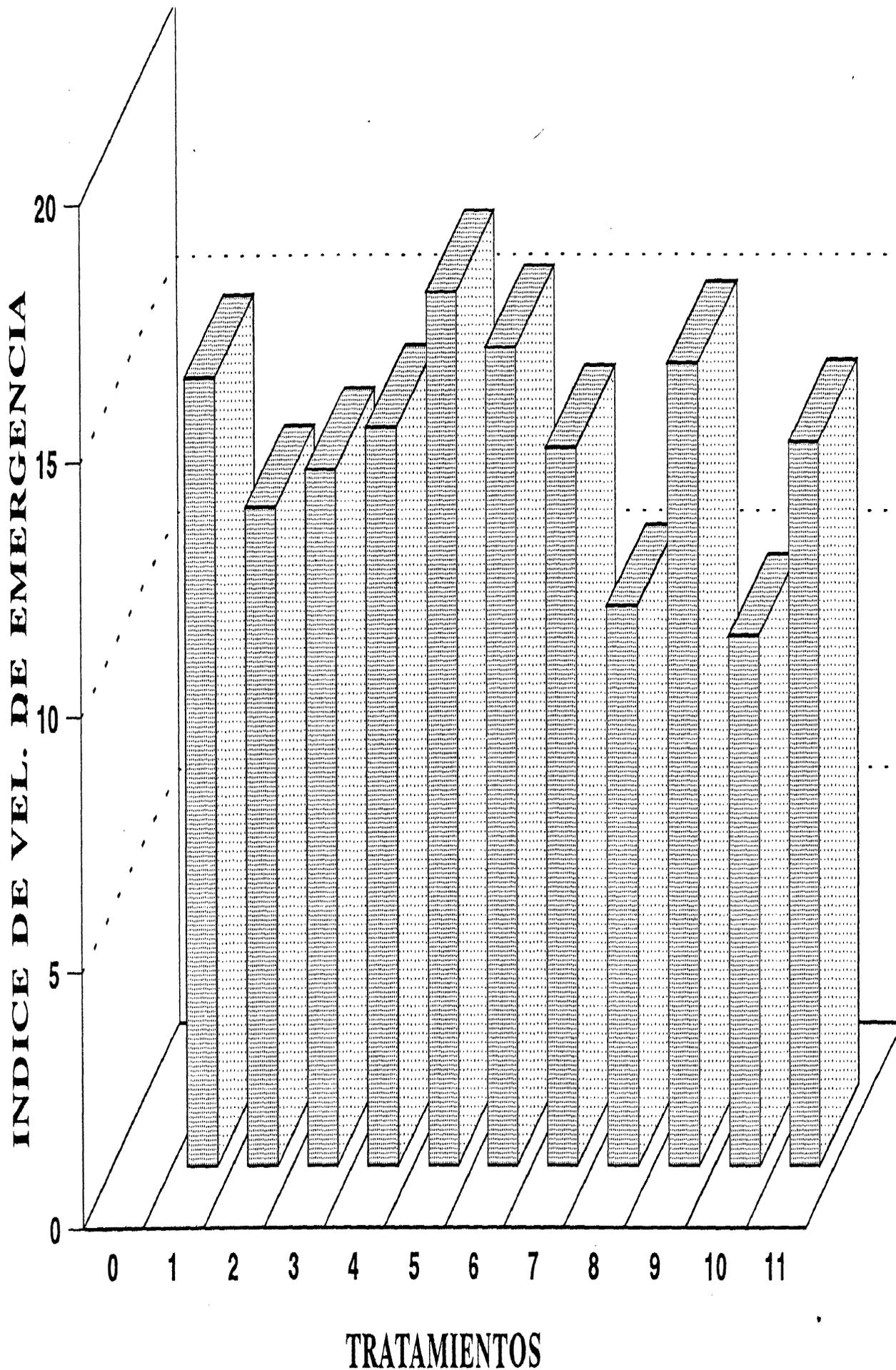


Figura A.3 Resultados de vigor (germinación después de deterioro controlado) en semilla de tomate de cáscara bajo diferentes métodos de extracción.



- T1.HCl 36 % 10 ml/kg en 30 min.
- T2.HCl 36 % 10 ml/kg en 60 min.
- T3.H2SO4 36 % 5 ml/kg en 30 min.
- T4.H2SO4 36 % 5 ml/kg en 60 min.
- T5.NaOH 12 % 10 ml/kg en 30 min.
- T6.NaOH 12 % 10 ml/kg en 60 min.
- T7.Fermentación en 24 horas con agua
- T8.Fermentación en 48 horas con agua
- T9.Fermentación en 24 horas sin agua
- T10.Fermentación en 48 horas sin agua
- T11.Macerado y Lavado Inmediato

Figura A.4 Índice de velocidad de emergencia en invernadero bajo métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara.

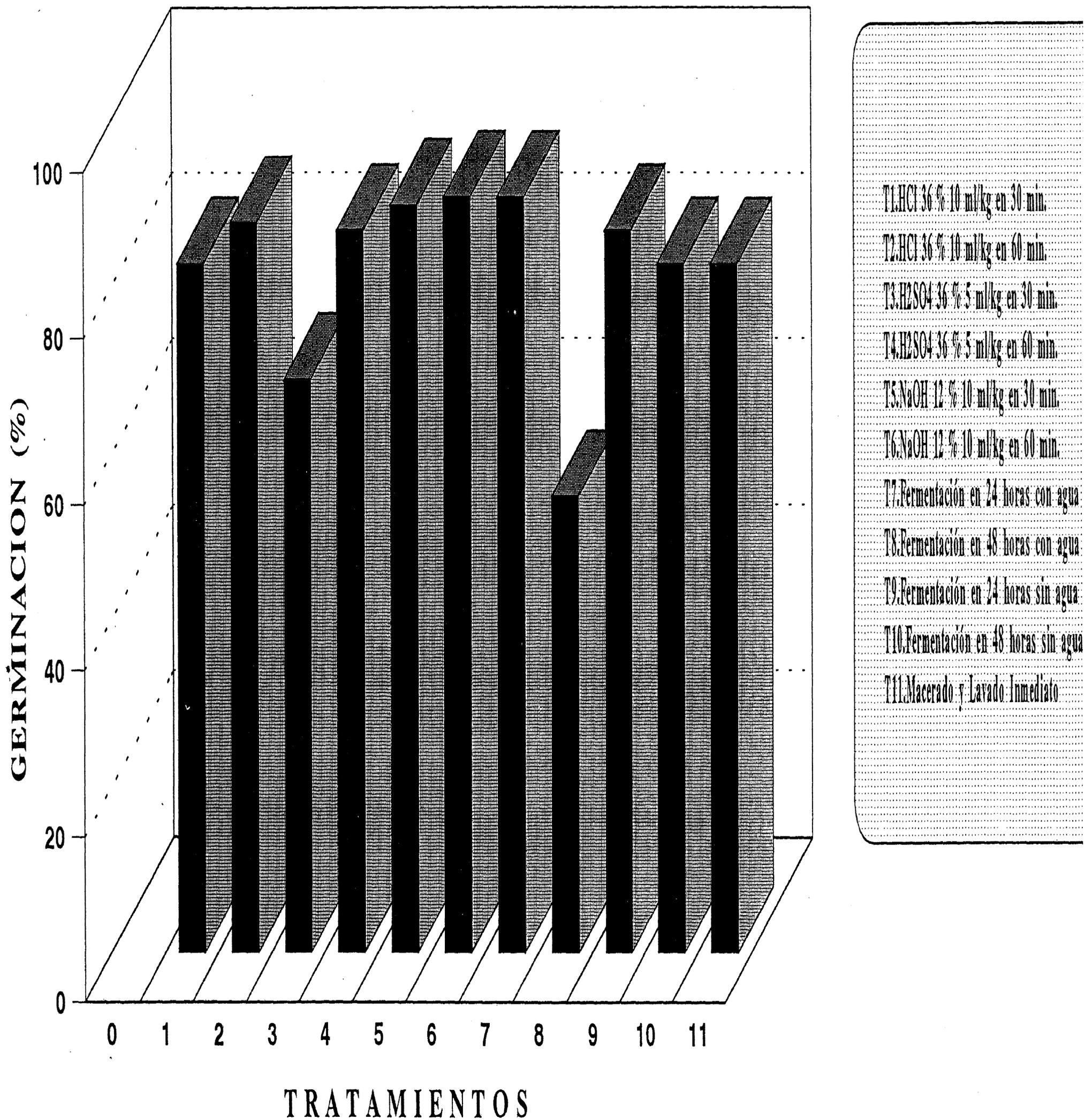
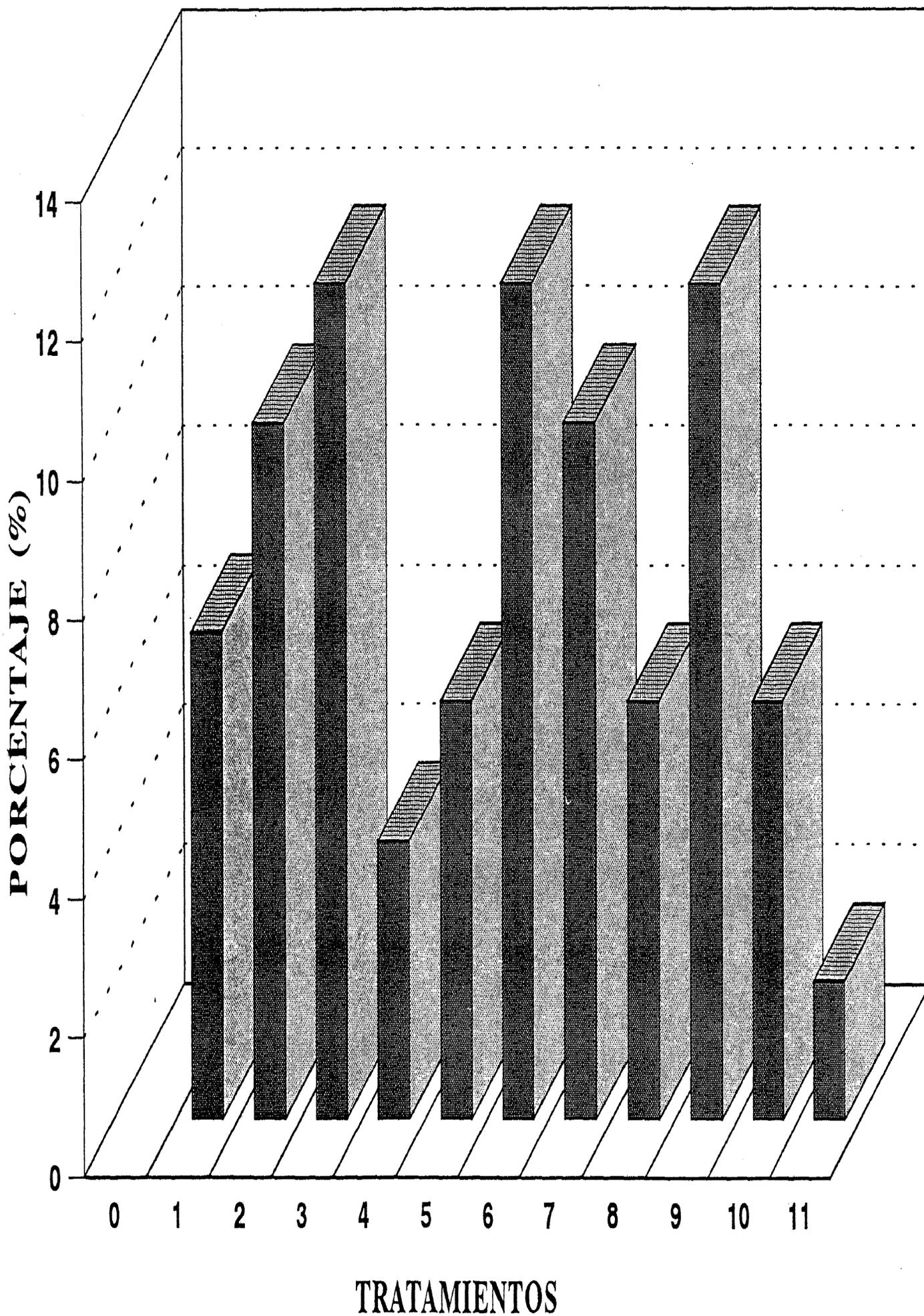


Figura A.5 Resultados de vigor (emergencia en campo) en diferentes métodos de extracción en semilla de tomate de cáscara.



- T1.HCl 36 % 10 ml/kg en 30 min.
- T2.HCl 36 % 10 ml/kg en 60 min.
- T3.H₂SO₄ 36 % 5 ml/kg en 30 min.
- T4.H₂SO₄ 36 % 5 ml/kg en 60 min.
- T5.NaOH 12 % 10 ml/kg en 30 min.
- T6.NaOH 12 % 10 ml/kg en 60 min.
- T7.Fermentación en 24 horas con agua
- T8.Fermentación en 48 horas con agua
- T9.Fermentación en 24 horas sin agua
- T10.Fermentación en 48 horas sin agua
- T11.Macerado y Lavado Inmediato

Figura A.6 Resultados de microflora (Porcentaje de semilla infectada) en semilla de tomate de cáscara bajo diferentes métodos de extracción.