

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE CHILE PIQUÍN,
EN FUNCIÓN DE SU EDAD.**

POR:

LAURA RAQUEL LUNA GARCÍA

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Calidad Fisiológica de Semilla de Chile Piquín,
En función de su edad.**

**Por:
Laura Raquel Luna García**

Tesis

**Que se somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como
Requisito Parcial Para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR:

PRESIDENTE DEL JURADO

SUPLENTE

MC. María Alejandra Torres Tapia

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

SINODAL

SINODAL

MC. Alberto Sandoval Rangel

Dr. Valentín Robledo Torres.

Coordinador de División de Agronomía

MC. Arnoldo Oyervides García
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2007

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por haberme regalado la dicha de existir, por la familia que me asignaste y por proporcionarme las armas suficientes para llegar hasta este momento, porque gracias a ti, hoy logré satisfactoriamente una meta más en mi vida, GRACIAS porque en los momentos de mi vida que me sentí débil y sin ganas de seguir, tú iluminabas mi camino y me empujabas a seguir con fe, esperanzas y humildad, pero sobre todo porque en cada paso que doy tu estas ahí, guiando mi vida, TE AMO.

A mi “Alma Mater”:

Porque en tus senderos aprendí a ser mejor persona, porque en tu interior logré formarme profesionalmente y a creer que los sueños no son imposibles, por todo eso, estaré eternamente agradecida.

A M.C. María Alejandra Torres Tapia

Por tu gran paciencia y tolerancia, porque no fue nada fácil y tu me guiaste y enseñaste con mucho esmero, gracias por tu valioso apoyo y por brindarme un poco de tus infinitos conocimientos y aportaciones en la realización del presente trabajo, pero sobre todo GRACIAS por tu amistad y consejos.

Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Por su consideración, apoyo y elemental contribución, pero sobre todo Gracias por su conducción y valiosa aportación para mejorar el presente trabajo.

Al M.C. Alberto Sandoval Rangel

Le agradezco por depositar su confianza en mi al ofrecerme y darme las armas suficientes para realizar el presente trabajo, pero sobre todo por su apoyo, ayuda y tiempo en la revisión del mismo.

Al Dr. Valentín Robledo Torres

Por el tiempo brindado y el apoyo recibido en la revisión del presente trabajo, porque para mi fue muy valiosa su participación y visión hacia la perfección del mismo.

Al Ing. Carlos Rojas Peña

Porque desde que entre a la universidad me ha apoyado y motivado en mis estudios, brindándome siempre una invaluable amistad y un soporte incondicional, Gracias Ing. por todo lo que ha hecho por mi.

A todos mis Maestros:

Por ser parte primordial en mi formación, gracias por brindarme además de sus valiosos conocimientos, su amistad, cariño, confianza y comprensión, pero sobre todo GRACIAS por su paciencia y hermosa labor.

Al Departamento de Horticultura:

A todas y cada una de las personas que laboran en este departamento, quienes día a día aportan su granito de arena para mantener la calidad y calidez de su interior, porque son personas tan amables que durante mi estancia me apoyaron y brindaron su amistad.

Al CCDTS

Por brindarme el apoyo y el material necesario para dar inicio y seguimiento a la presente investigación, Gracias por la confianza depositada y el apoyo recibido.

DEDICATORIAS

A mis padres:

José Alfredo Luna Salas.

Rosalinda García Valdez.

Les dedico este trabajo con todo mi cariño a quienes debo todo lo que soy, primero por darme la vida y después por formarme como una persona de bien, como una forma de recordarles cuanto los amo y respeto. Realmente no tengo formas, ni palabras para agradecer todo lo que me han dado: por su lucha incansable, por su guía y ejemplo, por su cariño, lealtad, y confianza y por todo lo que han hecho por mi, espero jamás defraudarlos. GRACIAS!

❁ PAPA.- Gracias por buscar siempre la manera de que yo estuviera bien tanto emocional como económicamente, sin tu presencia, sin tus anhelos, sin tus ilusiones que eran semejantes a las mías, este sueño hubiera sido muy difícil de alcanzar.

❁ MAMA.- Eres una mujer instituíble, gracias por tu amor y comprensión que sin ellos yo no hubiera salido adelante, porque tu haces que la vida no sea difícil.

A mis Hermanos:

Blanca, Maricela, Karina y Francisco porque ustedes siempre están conmigo, escuchándome, ayudándome y brindándome su mejor aliento, GRACIAS por todos los momentos que hacen que mi vida sea feliz y sin complicaciones, pero sobre todo Gracias por creer en mi, por eso y más les dedico este triunfo con todo mi corazón. Los adoro.

A mis Abuelitos:

Santiago Luna García
Maria de la Luz Salas de Luna

José García Pérez
Manuela Valdez de García

Quienes de una forma u otra me motivaron a seguir adelante en mis estudios, dándome ánimos y brindándome su apoyo, especialmente y con mucho cariño a **mama Lucha**, porque eres una persona maravillosa que siempre ha creído en mi, gracias abuelita por tu gran soporte, pero sobre todo GRACIAS por tu cariño y amor, nunca encontrare la manera de pagar todas tus bendiciones y consejos, LOS AMO.

A mis Tíos y Primos:

A todos por su apoyo, consejos y motivaciones a seguir adelante, gracias por el cariño demostrado y aunque al principio pocos creían en mi, se que en estos momentos tengo su confianza y sincero cariño, Gracias.

A todos mis Compañeros y Amigos:

Gracias a mis compañeros de la Generación CII por formar una bonita amistad que pido a Dios sea duradera, especialmente con mucho cariño a mis amigos: **Dover Franco Pérez, Pompeyo Rivera, Ramiro Hdz, Emilio Bautista, Martín Soto, Luz Elena Rdz, Miguel, Oliver Hdz, Mayolo Leyva, Ismael González, Ronay Narcia, Leonel Pérez, Rosa Yadira, Layner Roblero, Jorge Samuel López, Josefina Martínez, Lupita Sanchez, Candy Molina, Pericles y Elena** por compartir momentos inolvidables y por el gran apoyo que siempre me han brindado, los recordaré con profundo afecto.

A **Diana Maria Sifuentes Saucedo** porque fuiste quien más me apoyo para poder iniciar mis estudios en esta Universidad. Gracias por tu firmeza y gran amistad, y porque a pesar de las diferencias te sigo queriendo y considerando una excelente amiga, porque simplemente eres una gran persona, te quiero y respeto.

Al **Ing. Martín Molina Ballinas** por tu admirable amistad, por tu siempre agradable compañía y por hacerme parte de tu vida al brindarme tu confianza, apoyo y leal cariño. Gracias por todos los momentos y por todo el tiempo que me dedicaste e hiciste feliz. TQM y te deseo lo mejor siempre.

A **Armando Domínguez Baltazar**, porque a pesar del poco tiempo que compartimos me di cuenta de la gran persona que eres y sobre todo del gran corazón que tienes, Gracias Mandhy por tu alegría, compañía y hermosa amistad.

Al **Ing. Daniel Velásquez García y a Guillermo Salomón Molina Abadía**, por estar siempre a mi lado, tanto en los momentos oscuros, como en los que salía el sol, pero sobre todo Gracias por demostrarme siempre su cariño, confianza y apoyo a lo largo de nuestra estancia en la Universidad.

A **Edith Delgado** (mielecita) **y familia**, por su gran cariño, por esa gran fortaleza que me inyectan y por ser simplemente grandes personas y brindarme apoyo y simpatía en todos los momentos de mi vida. Gracias miya por todas tus enseñanzas y por ser parte de mi vida demostrándome tu gran amistad y cariño te quiero mucho.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en mi formación personal y profesional y que involuntariamente han quedado omitidas pero jamás olvidadas. **GRACIAS!!**

INTRODUCCION

El Chile Piquín (*Capsicum annum var. aviculare* Dierb D'Arcy & Eshbaugh) considerado como el ancestro de todas las formas de chiles conocidos actualmente, se encuentra ampliamente distribuido en forma silvestre en la mayor parte de la República Mexicana y tiene un gran valor socioeconómico como recurso natural en áreas rurales, además de potencial como opción productiva en el noreste de México, ya que el fruto de este chile es apreciado y cotizado en el mercado nacional y aceptado en el mercado estadounidense como chiles exóticos o variedades (varieties o exotic peppers) (Dávila, 2005).

Durante la época de mayor oferta el chile piquín llega a desplazar a otros tipos de chile por su agradable sabor y grado de pungencia; además de que no irrita el sistema digestivo y su fruto alcanza hasta 40 veces el valor de los chiles serranos y jalapeños (Morales, *et al.*, 2003).

El abasto de este fruto procede de colectas de plantas silvestres, trayendo como consecuencia que en los últimos años se ponga en riesgo si no a la especie, si a ecotipos importantes (Pozo, 2003). Esto, debido a que no existen evidencias de su producción agronómica, tampoco existe un abastecimiento comercial de semilla y mucho menos semilla certificada, donde el pequeño, mediano y grande agricultor tenga posibilidad de obtener semilla de

calidad o por lo menos comprarla para la producción de la especie. Por lo tanto es necesario establecer un programa con fines de domesticación que inicie con la producción de semilla de calidad y si es posible certificarla.

Uno de los principales problemas de esta especie es la dificultad que muestra la semilla para germinar atribuido a una latencia física por la presencia una cera epicuticular y una capa externa dura que la hace impermeable, limitando la absorción de humedad (Cedillo, 2002; Rodríguez, *et al.*, 2003), la cual es la primera y más importante etapa del proceso de germinación, encontrando que semillas de esta especie presenta tasas germinativas que van de 60 a 80% (Rodríguez *et al.*, 2003), esta baja y variable tasa de germinación es un impedimento importante para establecer lotes de producción comercial de esta especie. Además existen otros factores aunados a la absorción de humedad como lo pueden ser la presencia de inhibidores o la edad de la semilla, que no permiten obtener un mayor porcentaje de germinación y un mayor número de plántulas con características favorables para garantizar con ello un establecimiento exitoso en el campo.

Por todo lo anterior, se observó la necesidad de obtener información del comportamiento de la semilla de chile piquín a través del tiempo y conocer algunos métodos alternativos para su germinación, dosis y productos eficaces para su adecuada propagación, obteniendo semilla de alta calidad y poderla ofrecer al agricultor con facilidad y confianza para su producción comercial y

evitar su extinción. Para lograr lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos:

General

-Determinar la mejor edad del fruto para lograr la máxima calidad fisiológica de semilla de chile piquín.

Específicos

-Evaluar la Tasa de Imbibición para probar si existe impermeabilidad de la cubierta de la semilla de chile piquín.

-Comparar la viabilidad y germinación de la semilla de chile piquín en relación a la edad del fruto.

-Determinar el mejor tratamiento para elevar el porcentaje de germinación y vigor de la semilla de chile piquín.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

El chile piquín o “de monte” es ampliamente aceptado, al grado que desplaza en gran medida a los otros tipos de chile en el tiempo en que fructifica, a pesar de lo picoso, esta caracterizado como no irritante en el estomago (Laborde y Pozo, 1984).

Origen

El genero *Capsicum* se considera originario de los trópicos y subtrópicos del nuevo mundo, encontrándose tres centros de origen. México es considerado como el centro primario de *C. annum*, Guatemala como centro primario y Perú, Bolivia y Brasil como el tercer centro (Bassett y Baskin, 1986).

El género *Capsicum annum* es originario de América del Sur (Los Andes y de la cuenca alta del Amazonas: Perú, Bolivia y Brasil). *C. annum* se aclimató a México, donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles. (Valdez y López, 1998).

Distribución

La distribución de chile piquín abarca las zonas bajas desde el sur de los EE.UU. hasta Perú. En México tiene una amplia adaptación en los estados de: Veracruz, Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Chiapas, Oaxaca,

Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Colima, Sinaloa, Sonora, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Hidalgo y Tamaulipas.

El nombre común de chile piquín o “de monte” es propio de algunas regiones de México, en particular para el noreste (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas). Existen muchos otros nombres para este tipo de chile silvestre de acuerdo a la zona del territorio mexicano o de otros países, incluyendo: chiltepín (Sonora), quipín, chiltecpín, chiltepiquín, chiltepe, chilpaya, tllilchile, pico de pájaro, estiércol de pájaro, diente de tlacuache, mosquito, silvestre, de Chiapas, pulga, amash, (Tabasco), amomo, enano, tichusni (Oaxaca), max, chilillo, pequeño, guindilla (Laborde y Pozo, 1984).

Clasificación Botánica

De acuerdo con Pérez, *et al.*, (1997), la clasificación botánica de esta especie es la siguiente:

División	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Metachlamydeae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanácea
Genero	Capsicum
Especie	annuum
Var. Bot.	<i>aviculare</i> Dierb D´Arcy & Eshbaugh.

Semillas

Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son pardo-amarillentas, comprimidas de 2.5 mm. de largo (Ramírez, 1989).

Al establecer un cultivo comercial de chile piquín, bajo cualquier modalidad (monte, malla-sombra o cielo abierto), es preferible iniciar con el germoplasma local (Rodríguez, *et al.*, 2004).

Manejo de Semillas

El éxito de la producción de semillas hortícolas depende de la aplicación de conocimientos que difieren de la producción comercial de hortalizas, considerándose cuatro aspectos importantes como lo son: la producción en campo, extracción, acondicionamiento y la conservación de las semillas, siendo de vital importancia la obtención de mantenimiento de niveles de calidad aceptables a lo largo de estos aspectos (Ríos, 1996).

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 pre-acondicionamiento, que consiste en romper los frutos para en seguida extraer las semillas bajo procedimientos específicos. Tanto en los frutos carnosos jugosos, como en los carnosos secos se someten a un despulpado y lavado de semillas (Hernández, 1990).

Madurez del Fruto

La semilla posee su máxima calidad cuando alcanza su madurez fisiológica y por ello un retraso innecesario de la cosecha después de haberse alcanzado la madurez fisiológica contribuye considerablemente al deterioro de la semilla ya que la alta temperatura y humedad, además del ataque de microorganismos presentes en el campo, ocasionan serios perjuicios en la germinación y vigor; por eso uno de los objetivos del acondicionamiento de semillas es mantener la máxima calidad de la semilla que hayan alcanzado al momento de su madurez fisiológica (Boyd y Cabrera, 1978).

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 estos (Carvalho, 1983).

Los frutos biológicamente maduros pueden utilizarse para obtener semilla, ya que ésta tiene una mayor calidad. Además, las semillas de frutos semi-maduros son de un valor 50% menor comparadas con aquellas de frutos totalmente maduros. Sin embargo, en frutos demasiados maduros (especialmente en tiempo lluvioso) parte de las semillas inician su germinación o están en estado inmediato de pregerminación (Somos, 1984).

La mejor etapa para cosechar los frutos fue la madurez comercial o pigmentación parcialmente amarilla o roja, en la cuál, se tuvo una mayor

producción se semillas viables por planta y un mayor número y peso de semillas por fruto (Quagliotti, 1977).

En Chile Jalapeño, tuvieron los mejores valores de germinación en frutos rojos secos y rojos frescos con un 94% y 91% respectivamente (Segovia y Luján, 1991).

Por otra parte en Chile Bell o Morrón se reportó que el mejor grado de madurez para calidad física y capacidad de germinación fue el rojo; mientras que el verde fue mejor para vigor (Bustamante y Martínez, 1991)

También se ha encontrado que las semillas extraídas de frutos colectados en estado maduro tienen una mayor capacidad de germinación y vigor de plántula; sin embargo, los frutos pueden cosecharse en una etapa anterior si afectan su calidad (Dojobe, 1990).

Para las siembras comerciales de Chile piquín es necesario contar con semillas de calidad, la cual se obtiene de frutos totalmente maduros (rojos) de plantas sanas. Si se extrae de frutos cosechados verdes y que maduraron después, las semillas presentarán problemas en su germinación o producirá plántulas débiles con pobre desarrollo (Almanza, 1993).

Calidad de Semilla

Una semilla de calidad es una semilla altamente viable, es decir, es una semilla susceptible de desarrollar una plántula normal aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en el campo, Para ello, debe contar con propiedades que le aseguren germinar bajo un amplio rango de condiciones agro-climáticas (Perretti, 1994).

La calidad de semilla comprende diversos atributos o características de la misma dentro de las 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 maleza, de otros cultivos y materia inerte), y uniformidad de lote (Delouche, 1986).

Este mismo autor, señala que los atributos anteriores pueden ser agrupados dentro de cuatro componentes: genéticos, principalmente pureza varietal; físicos, que incluye los tradicionales componentes de pureza hasta incidencia y severidad de daño mecánico y tamaño de la semilla; sanidad de semillas o factores patológicos, donde se considera el tipo de incidencia de enfermedades transmitidas por semilla y por último fisiológicos, que es la germinación y vigor, todos los componentes son de importancia durante la producción de semilla.

Componente Genético

Se refiere a la calidad genética, es decir, un material de características sobresalientes y superior. Al obtenerlo, se ha adquirido el primer componente de calidad de la semilla; sin embargo no significa que la calidad de la semilla sea alta; ya que es de poco valor si una semilla es altamente rendidora, de gran aceptación y adaptación, si esa semilla no se encuentra sana, viva y capaz de producir plántulas normales y vigorosas en campo.

La calidad genética es determinada por el genotipo de la variedad o híbrido, mencionó Bustamante (1979). Cuando una institución libera una variedad y recomienda que se implemente en un programa de certificación es porque ha cumplido con este primer componente. Entonces será obligación del productor de semillas seguir todas las normas de producción para asegurar tanto la identidad genética, como la pureza física del material y otros componentes de calidad.

Por su parte Garay (1989), determino que dentro de la pureza varietal existen pruebas que determinan la genuidad de la semilla con respecto a la especie y cultivar que se considere. Los cultivares tienen en común una serie de características que los distinguen de otros grupos de plantas de la misma especie. Son estas características las que permiten distinguir usualmente mediante pruebas laboriosas, si la semilla en cuestión es o no de la variedad que se manifiesta.

Características Físicas

Entre las principales características físicas de interés están: la pureza analítica, el contenido de humedad, peso de la semilla y el color, entre otras. Estas son indicadores de la calidad de un lote de semillas (Garay, 1989). Quien al mismo tiempo señala que; todos los componentes juegan un papel importante en la aptitud de la semilla para la siembra, y que la calidad de ésta puede ser calificada a partir de ciertos atributos como: pureza genética, viabilidad, vigor, magnitud de daño mecánico, grado de sanidad, contenido de humedad, pureza física, uniformidad, apariencia, peso de la semilla y otros. Respecto al tamaño de semilla, Thomson (1979), menciona dos componentes físicos esenciales, el tamaño y la uniformidad. El tamaño real es una característica varietal y la uniformidad tiene su origen en las condiciones ambientales.

Componente Sanitario

La ISTA (1996), define como sanidad de semillas, principalmente a la ausencia de organismos causantes de enfermedades, tales como hongos, bacterias y virus, y pestes animales, como son nemátodos o insectos, además condiciones fisiológicas como vestigios de deficiencia de elementos que pueden estar incluidos, coincidiendo con la definición de Moreno (1996). Por su parte Garay (1989), mencionó que es una de las cualidades básicas de sanidad de la semilla, ya que esta influye en el potencial de productividad.

Componente Fisiológico

La calidad fisiológica de la semilla incluye los atributos de viabilidad, capacidad de germinación y vigor; siendo la semilla un insumo vivo, es importante el que cuente con la capacidad de reproducir una planta para lograr su establecimiento en campo y obtener rendimientos de forraje y/o grano (Bustamante, 1995). Por su parte, Moreno (1996) considera que la calidad fisiológica es un valor comercial por ser el principal atributo a evaluar, ya que consiste en la capacidad de la semilla para germinar y producir una plántula normal. Por otro lado, Thomson (1979) marcó que las características de la semilla son que fuera viable, que tuviera alta capacidad de germinación y vigor; así mismo, que la calidad fisiológica depende de muchos factores y puede ser muy fácilmente dañada en cualquiera de sus etapas: maduración, cosecha, trillado, secado, desgrane, acondicionamiento, almacenamiento, distribución, siembra y en el suelo mismo.

Viabilidad

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. Cada especie botánica tiene un periodo propio de viabilidad; las semillas sembradas después de dicho periodo de viabilidad óptima pueden producir plantas débiles o no germinar (Encarta, 2000).

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 post-maduración de precosecha (Moreno, 1984 y Copeland y McDonald, 1985).

Atendiendo a la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas permanecen viables, pueden haber semillas que germinan, todavía, después de decenas o centenas de años; se da en semillas con una cubierta seminal dura como las leguminosas. El caso más excesivo de retención de viabilidad es el de las semillas de *Nelumbo nucifera* encontradas en Manchuria con una antigüedad de unos 250 a 400 años. En el extremo opuesto tenemos las que no sobreviven más que algunos días o meses, como es el caso de las semillas de arce (*Acer*), sauces (*Salix*) y chopos (*Populus*) que pierden su viabilidad en unas semanas; o los olmos (*Ulmus*) que permanecen viables 6 meses.

Germinación

Se llama germinación al acto por el cual la semilla en estado de vida latente entra de pronto en actividad y origina una nueva planta. La germinación es el proceso de reactivación de la maquinaria metabólica de la semilla, junto con la emergencia de la radícula (raíz) y plúmula (tallo), conducentes a la producción de una plántula (Jann y Amen, 1977).

Así mismo desde el punto de vista morfológico es la reanudación del crecimiento activo del embrión, lo cuál provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de una planta nueva; y desde el punto de vista fisiológico, es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo cambios hacia la transcripción del genomio (Meyer *et al.*, 1972).

De acuerdo a la ISTA (1996) y para propósitos de siembra de ensayos de semillas, la germinación es la emergencia y desarrollo a partir de un embrión de aquellas estructuras esenciales que son indicadoras de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables. Las estructuras que se consideran esenciales para que una plántula se desarrolle satisfactoriamente a una planta normal son: eje embrionario, cotiledones, brotes terminales, coleóptilo (*Gramineae*). Las plántulas normales demuestran un potencial de desarrollo continuo a plantas cuando crecen en el suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz.

Requerimientos para la germinación. Para que una semilla pueda germinar son necesarias diversas condiciones que se agrupan en intrínsecas y extrínsecas.

Las intrínsecas, se refieren aquellas propias de la semilla, siendo entre otras las principales:

- Que la semilla este normalmente constituida, tanto en su embrión como en sus sustancias de reserva.

- La semilla debe estar madura, en cuyo caso el embrión alcanzado su completo desarrollo.
- El embrión debe estar vivo.
- La semilla debe tener ausencia de la latencia.

Las extrínsecas son las condiciones del medio ambiente en el cual van a germinar las semillas y que son:

- El aire, agente productor de oxígeno, es indispensable durante toda la vida del embrión, en cuyo estado latente tiene una respiración muy baja; pero en el momento que inicia la germinación, dicha función se hace más intensa requiriéndose gran cantidad de oxígeno, el cual es necesario para las oxidaciones que son la fuente de energía durante la germinación del embrión.
- El agua. El agua además de hidratar el protoplasma de las células, permite la disolución de las sustancias de reserva y el transporte de las mismas hacia el embrión. Así mismo, se restablecen, hinchan y se rompen las cubiertas de la semilla, lo que permite la salida de las estructuras del embrión durante la germinación. Sin embargo la humedad del suelo no debe ser excesiva; ya que puede ocasionar una putrefacción o falta de oxigenación.
- La temperatura, es uno de los factores indispensables para toda manifestación vital. La temperatura que se requiere para la germinación es muy variable según la clase de especie que se trate, existiendo una temperatura máxima, una mínima y una óptima para cada una de estas.

- La luz, la acción de la luz es variable. Algunas especies germinan en la luz, otras lo hacen mejor en la oscuridad.

Proceso de Germinación. El proceso de germinación presenta en secuencia las etapas de imbibición, activación enzimática o hidratación de enzimas hidrolíticas y sintéticas, división y alargamiento celular, presión de la radícula o la plúmula sobre el tegumento y su emergencia a través de este. La mayoría de las semillas sigue el mismo patrón de la germinación, en la que se realizan una secuencia específica de eventos. Los eventos principales son de acuerdo a Copeland y McDonald (1985) los siguientes:

Imbibición. La absorción de agua es el primer paso de la germinación, sin el cual el proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria. El grado de absorción depende de tres factores: composición de la semilla, ya que el componente principal responsable de la imbibición son las proteínas, que son moléculas complejas que exhiben cargas positivas y negativas que atraen a las moléculas de agua altamente cargadas. Otras moléculas que incrementan la imbibición son la celulosa y las pectinas. Así mismo la permeabilidad de la cubierta que puede actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la entrada de otros solutos y restringiendo la entrada de otras sustancias. Además depende de la disponibilidad de agua en el medio de germinación, dependiente del agua celular.

Activación de enzimas. La actividad de las enzimas empieza muy rápidamente al inicio de la germinación, a medida que se hidrata la semilla (Bewley y Black, 1978). La actuación resulta en parte de la reactivación de enzimas previamente almacenadas que se formaron durante el desarrollo del embrión y en parte de la síntesis de nuevas enzimas al comenzar la germinación.

Digestión y traslocación de reservas. En el endospermo, los cotiledones almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos a sustancias más simples, que son translocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario.

Crecimiento del embrión. El desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la plántula. La primera evidencia del proceso de germinación es la protusión de la radícula a través de la cubierta de la semilla, posteriormente emerge la plúmula..

Elongación de la radícula. La emergencia de la radícula es lo que nos indica que el proceso de la germinación está completo y puede estar terminado a través de la elongación o división celular. En general, la elongación celular precede a la división celular.

Tratamientos para inducir germinación. Una de las principales limitantes del chile piquín para su explotación comercial es la baja germinación de la semilla,

que en condiciones naturales es inferior al 5% durante el primer mes después de la siembra. Lo anterior se debe a que la semilla contiene cera epicuticular y una capa externa dura que la hacen impermeable, limitando la absorción de humedad; esto favorece la supervivencia de la especie en su hábitat natural, ya que aunque exista humedad, no todas las semillas germinan a la vez; sin embargo, es una limitante para el establecimiento de una explotación comercial (Cedillo, 2002).

Para inducir germinación uniforme de la semilla de chile piquín Ramírez (2001), utilizó Ácido Giberélico a 5,000 ppm; lo que equivale a diluir el contenido de un frasco o sobre de 10 g. de los productos comerciales Biogib, Progib plus o Activol en 200 ml. de agua, en la cual se sumerge la semilla. Con el tratamiento de la semilla, el porcentaje de germinación fue entre 60 a 80%, dependiendo de la calidad del fruto de donde se obtuvo, en comparación con menos del 5% de germinación cuando la semilla no es tratada.

Para inducir la germinación de la semilla de chile piquín, INIFAP (2002) recomienda la inmersión de ésta en Ácido Giberélico a una concentración de 5 mil ppm por 24 horas a una temperatura de 30°C (+ 5°), esto se consigue al diluir 50 g del producto comercial Activol o Biogib en un litro de agua, con lo que se pueden tratar 2 Kg. de semilla.

Por otra parte Federico (2005) recomienda el uso de Cyto-gibb (10 % de AG3, micro nutrientes y 3 % de ácidos húmicos) a razón de 5000 ppm para

romper la latencia de la semilla de chile piquín, ello propició el mayor porcentaje de germinación, con un valor equivalente a 49 % por arriba del testigo (inmersión en agua), y 14 % mayor que Biogib (10 % de AG3). Los resultados indican que fueron las 5,000 ppm de Cyto-gibb, las que indujeron valores de 60 a 80 % de germinación de la semilla de chile piquín.

Reyna, (2005) colocó la semilla de chile piquín en una solución de Ácido Giberélico a una concentración de 5,000 ppm a una temperatura de 25° a 30°C, lo que equivale a aplicar 250 g del producto comercial “Giberelic” en un litro de agua. Los ecotipos de Saltillo y Nuevo León germinaron, el porcentaje de germinación fue de 47.12% y 16 los días a emergencia después de siembra, a una temperatura entre 20° y 25°C, por lo tanto estos chiles piquínes en promedio tardan en emerger 7 días más que los chiles cultivados como los anaheim o jalapeño

Vigor

El vigor de la semilla es la suma de los atributos de la semilla que favorecen un establecimiento rápido y uniforme en el campo aún bajo condiciones desfavorables. Sin embargo, los atributos como peso seco de la planta, velocidad de emergencia y germinación de la semilla son dañados por factores adversos, trayendo como consecuencia un bajo establecimiento de plántulas en el campo debido al bajo vigor de la semilla (Barrie y Drenan, 1971).

El vigor es un concepto relativamente nuevo comparado con el de la germinación y surgió de la observación de las diferencias del establecimiento de plántulas entre lotes de semillas, trayendo como resultados una prueba adicional de calidad capaz de predecir la emergencia de plántulas bajo condiciones, ambas adversas y favorables de campo (Sayers, 1982).

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

Las semillas que son capaces de extender la raíz durante la germinación, pueden no tener vigor para establecer una planta en condiciones de campo. El vigor es por lo tanto indicador de la calidad de la semilla, denota la completa habilidad de la semilla para funcionar bien bajo condiciones de campo (Bustamante, 1995).

Factores que influyen en el vigor de las semillas. Moreno (1995) menciona que los factores que afectan el vigor de una semilla, son:

- a) Genotipo: La constitución genética determina el vigor de las plántulas.
- b) Madurez de la semilla: Según maduran las semillas, el potencial de germinación y vigor aumenta. Semillas maduras dan su máxima expresión de vigor en contraste con semillas inmaduras.

- c) Condiciones ambientales: Alta temperatura y baja humedad del ambiente, dan como resultado un bajo vigor y bajo rendimiento.
- d) Tamaño de semilla
- e) Daño mecánico; Las semillas dañadas pueden parecer normales, pero presentan menor vigor que las semillas sin dañar.
- f) Envejecimiento
- g) Ataque de microorganismos.

Latencia de semillas

Se entiende por latencia al estado en el cual una semilla viable no germina aunque se la coloque en condiciones de humedad, temperatura y concentración de oxígeno idóneas para hacerlo. De ello se deduce, que las semillas pueden mantener su viabilidad durante largos períodos de tiempo. Esta es una de las propiedades adaptativas más importantes que poseen los vegetales. Gracias a ello, las semillas sobreviven en condiciones desfavorables y adversas, aunque no indefinidamente.

Los términos letargo y latencia se han utilizado indistintamente, para describir ciertas fases de desarrollo en forma de propagación de plantas, ya sea semillas u órganos que exhiben cambios cíclicos: en fisiología vegetal el termino letargo se refiere a la falta de crecimiento de cualquier parte de una planta resultante de factores inducidos internos o externamente (Vegis, 1964), mientras el término latencia se puede definir como un particular estado de

arresto metabólico. La latencia es como “algún período de descanso o de interrupción reversible del desarrollo fenológico de un organismo.

La latencia es como una forma de cese de crecimiento y ha restringido el término a una suspensión temporal del crecimiento acompañada de una reducción de la actividad metabólica, relativamente independiente de las condiciones ambientales (Amen,1963)

En forma práctica, se define el termino de latencia como un estado, en el cuál una semilla viable no germina aún cuando se encuentra en condiciones favorables para germinar, esto es, cuando se encuentra bajo una adecuada temperatura, humedad y oxígeno (Roberts, 1972).

Por otra parte, los tecnólogos de semillas definen la latencia en un sentido más restringido como resultado de condiciones internas de la semilla (distintas a la no viabilidad) que impiden la germinación. En este sentido, una semilla con latencia es aquella que no llega a germinar aunque pueda absorber agua y esté expuesta a condiciones favorables de temperatura y concentración de oxígeno.

La AOSA (1975) hace una distinción más entre semillas duras y semillas con latencia. Las semillas duras incluyen aquellas que no pueden absorber humedad debido a que tienen una cubierta impermeable: y semillas con latencia

son aquellas que no llegan a germinar aunque el embrión esté vivo y absorben humedad.

La latencia en las semillas, puede ser debido a una obstrucción mecánica o fisiológica la cual evita la realización completa del potencial del crecimiento del embrión bajo condiciones moderadas (Khan, 1981)

El fenómeno de latencia se encuentra principalmente en semillas de zonas templadas, pero puede manifestarse también en muchas especies tropicales y subtropicales. De esta forma, se le considera como una adaptación biológica de las especies que otorgan ciertas ventajas en los ciclos de crecimiento de las plantas durante variaciones estacionales y fortuitas.

Las semillas recién cosechadas de muchas plantas herbáceas de zonas templadas, tienen una latencia fisiológica que tiende a desaparecer con el almacenamiento en seco. Así mismo, en la mayoría de las semillas de las especies cultivadas de cereales, pastos, hortalizas y flores, el período de latencia puede variar de uno a seis meses, pero con los procedimientos normales de manejo de almacenamiento en seco, tienden a desaparecer, y es considerada de éste tipo la latencia. En apariencia, los mecanismos de control de latencia fisiológica, residen dentro de las cubiertas de las semillas vivas y fisiológicamente activas.

En semillas con latencia, muchas especies que son sensibles a la temperatura también tienen sensibilidad a la luz (foto letargo). Por ejemplo, las semillas de lechuga y de algunos cultivos florales, requieren luz para germinar, mientras que en otros requieren oscuridad. En otros casos, las semillas de cardo erizado o de amaranto germinan sólo a temperaturas elevadas, de alrededor de 30°C. En las semillas recién cosechadas de otras especies, como la de algunos cultivares de lechuga y apio, la germinación se inhibe a temperaturas por encima de los 25°C.

Tipos de Latencia

Algunos de los mecanismos de latencia son:

Impermeabilidad al agua. Es impuesta por la cubierta de la semilla, regularmente son clasificadas como semillas duras.

Impermeabilidad al oxígeno. La cubierta de la semilla puede ser permeable selectiva, permitiendo la entrada de agua, pero no de oxígeno.

Inmadurez fisiológica del embrión. La semilla parece madura, pero el embrión aun no termina de formarse.

Presencia de Inhibidores: Como lo puede ser el ácido absísico que impone latencia en las semillas.

Restricción Mecánica de la cubierta. Se impone por la fuerza que presenta la cubierta de la semilla para emerja el eje embrionario.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Sitio Experimental

La presente investigación se llevo a cabo en los Laboratorios de Ensayos y Producción de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Material Genético

Se utilizó semilla de Chile Piquín (*Capsicum annum*, var. *aviculare* Dierb *D'Arcy & Eshbaugh*) ecotipo "Japonés" extraída de frutos maduros (rojos) cultivados en Saltillo, Coahuila. Los frutos presentaban diversas edades como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 3.1. Fecha de cosecha y edad de frutos de Chile piquín ecotipo "japonés" utilizado en el presente estudio.

FECHA DE COSECHA	EDAD
Noviembre de 2005	1.- Recién cosechados
Septiembre de 2005	2.- Dos meses
Noviembre de 2004	3.- Doce meses

Metodología

Se extrajo manualmente la semilla de cada edad de fruto estudiada, posteriormente se limpio utilizando un soplador "South Dakota" con aire forzado y por diferencia de peso se separo la semilla pura de la materia inerte (impurezas y semilla vana)

Variables Evaluadas

Tasa De Imbibición

La tasa de imbibición se evaluó de acuerdo a Alcocer (2000) cada 12 horas por 60 horas en total. Se colocaron 4 repeticiones de 200 semillas de cada edad de fruto estudiadas.

Se tomó el peso inicial de la semilla en una Balanza analítica de 0.0001 g de precisión y se colocaron en tubos de ensaye de 13 x 100 mm. donde se le agregaron 10 ml de agua por tubo. Se dejo imbibir por 12 horas a temperatura ambiente; posteriormente se midió la cantidad de agua absorbida, por diferencia de mililitros conservados durante este tiempo, con una micro pipeta de 1 y 5 ml. Para el peso adquirido de las semillas, se extrajeron cuidadosamente del tubo y, con un papel secante tipo sanitas se quito el exceso de humedad adherida a ellas, una vez realizado lo anterior se pesaron con una balanza analítica de precisión.

Viabilidad (2, 3, 5 Trifenil cloruro de Tetrazolio)

La viabilidad de la semilla de chile piquín se realizó conforme a las reglas internacionales de la ISTA (2004). Evaluando 50 semillas por repetición, con 3 repeticiones en las diferentes edades del fruto.

Esta determinación se evaluó en tres periodos de tiempo, esto con el fin de conocer el comportamiento y cambios en la viabilidad de la semilla conforme ganaba más edad, como se muestra el cuadro 3.2, indicando la edad de la semilla en cada evaluación.

Cuadro 3.2. Edades de la semilla de chile piquín ecotipo “japonés” al realizar tres tiempos en la evaluación de viabilidad con la prueba de sal de Tetrazolio.

Edades Originales	Edad de la semilla en la Primera Prueba de Viabilidad	Edad de la semilla en la Segunda Prueba de Viabilidad	Edad de la semilla en la Tercera Prueba de Viabilidad
1.- Fruto fresco	1 mes	2 meses	5 meses
2.- Dos meses	3 meses	4 meses	7 meses
3. Doce meses	13 meses	14 meses	17 meses

La prueba consistió primeramente en un osmoacondicionamiento de las semillas, se colocaron en tubos de ensaye de 13 x 100 mm. con suficiente agua por espacio de 16 horas, una vez imbibida la semilla, se realizaron cortes longitudinales con un bisturí o navaja de un solo filo, para exponer los cotiledones al reactivo.

Se colocaron los cortes en otro tubo de ensaye de 13 x 100 mm., agregando suficiente solución de 2, 3, 5 Trifenil cloruro de Tetrazolio al 0.1% hasta cubrir la semilla, se envolvieron cada tubo con papel aluminio para evitar la luz, y se colocaron en una cámara de incubación a 30-35°C por una hora y media. Posteriormente se evaluaron con ayuda de un Estereoscopio, tomando en consideración el porcentaje de semilla viable y no viable.

Germinación

Para esta variable, se evaluaron siete tratamientos en cada una de las edades estudiadas; los cuales se muestran el siguiente cuadro.

Cuadro 3.3. Tratamientos utilizados en la prueba de germinación de las distintas edades de semilla de Chile piquín ecotipo “japonés”

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	Testigo
2	100 ppm AG ₃
3	1,000 ppm de AG ₃
4	Imbibidas con agua*
5	Imbibidas con agua + 100 ppm AG ₃ *
6	Imbibidas con agua + Nitrato de Potasio*
7	Imbibidas con agua + Imbibidas con 100 ppm de AG ₃ *

* Imbibidas, se refiere a las 60 horas totales utilizadas en la prueba de imbibición.

Cabe aclarar que, cuando se realizó la prueba de germinación, las semillas ya habían ganado más edad, por lo cual las edades reales son las siguientes:

Cuadro 3.4. Edades de la semilla sometida a la prueba de germinación estándar.

Edad de fruto original	Edad de la semilla en la prueba de Germinación
1.- Recién cosechado	1.- Dos meses
2.- Dos meses	2.- Cuatro meses
3.-Doce meses	3.- Catorce meses

La determinación de germinación se realizó conforme a las reglas internacionales de la ISTA (2004). Evaluando 4 repeticiones de 100 semillas, en cada tratamiento y en cada edad de fruto estudiadas.

Se sembraron en cajas petri de plástico de 15 x 20 mm. conteniendo un papel filtro Wathmann N°1 humedecido con el químico utilizado para cada tratamiento, se identificaron y se colocaron en una cámara de germinación “Precisión Lab-line” a una temperatura de 25°C con 8 horas luz y 16 horas oscuridad.

Para la evaluación de esta prueba se realizó conforme a las Reglas Internacionales de la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA, 1993) considerando las siguientes variables:

Plántulas Normales. Aquellas plántulas que poseían sus estructuras esenciales bien definidas (sistema radicular bien desarrollado, plúmula normal e

intacta y sus cotiledones bien desarrollados) para producir una planta normal bajo condiciones favorables de suelo.

Plántulas anormales. Se consideraron plántulas anormales aquellas que presentaban alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, plántulas dañadas, sin cotiledones, deformes, con desarrollo débil, o las que presentaban raíces sin desarrollo.

Semillas sin germinar. Fueron evaluadas aquellas semillas que no germinaron después de ofrecérseles las condiciones favorables para que ello ocurriera, lo que se atribuye a la latencia fisiológica de semillas frescas o semillas duras incapaces de absorber humedad.

La evaluación de la germinación se realizó a los 21 días, registrando el porcentaje de plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar; además se revisó cada tercer día la humedad y a la repetición que le faltaba humedad se regaba hasta saturar el papel.

Vigor

Se consideró como una variable de vigor según la AOSA (1993) el evaluar un primer conteo del porcentaje de plántulas normales a los 10 días después de la siembra en cada repetición por tratamiento.

Índice de velocidad de emergencia

Se realizó conforme a Bustamante (1995). Utilizando una siembra convencional en cajas petri de 15 x 30 mm., con papel filtro Wathmann No. 1 humedecido; utilizando 4 repeticiones de 100 semillas por edad y tratamiento según la germinación. Se evaluó cada tercer día, considerando las plántulas emergidas por día, hasta completar los días totales de la germinación.

Para la determinación del índice de velocidad de emergencia se utilizó la siguiente formula:

$$IVE = \sum \frac{\text{Numero de plántulas emergidas}}{\text{Día}} + \dots \frac{\text{Numero de plántulas emergidas}}{\text{Día}}$$

Diseño experimental

Se utilizo un diseño completamente al azar con tres repeticiones para la variable de viabilidad, considerando las tres edades de la semilla como tratamientos, utilizando el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \gamma_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable observada

μ = Efecto de la media general

γ_i = Efecto del tratamiento.

ε_{ij} = Error experimental

Mientras que para germinación y vigor se usó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde la parcela grande fueron las edades de la semilla y la parcela chica los tratamientos, con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \varepsilon_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada

μ = Efecto de la media general

A_i = Efecto de la parcela grande (Edades)

ε_i = Error de la parcela grande

B_j = Efecto de la parcela chica (tratamientos)

AB_{ij} = Efecto de la interacción Edad x tratamientos

ε_{ijk} = Error experimental

Adicionalmente se realizaron análisis de regresión con el fin de conocer la dinámica de la tasa de imbibición con respecto al tiempo, explorando los modelos siguientes:

Lineal $y_i = B_0 + B_1 x_i + e_i$

Cuadrática $y_i = B_0 + B_1 x_i + B_2 x_i^2 + e_i$

Cúbica $y_i = B_0 + B_1 x_i + B_2 x_i^2 + B_3 x_i^3 + e_i$

Donde:

y_i = Variable dependiente

X_i = Variable independiente.

B_0 = Intercepto.

B_1 , B_2 y B_3 = Coeficiente de regresión asociados a la respuesta evaluada.

Comparación de Medias

La comparación de medias de los factores evaluados se realizó mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Todos los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico SAS versión 6.0 (1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

Tasa de Imbibición

Respecto a la tasa de imbibición de semillas de esta especie, resultó que la absorción de humedad se presentó desde el momento en que fue expuesta al agua, y conforme más tiempo se mantenía en esta, aumentaba también su capacidad de hidratación; como se muestra en la figura 4.1, donde a partir de las 12 horas en adelante se produce absorción de agua en todas las edades de la semilla.

Los resultados mostraron que la semilla con mayor volumen de agua acumulada fue la de dos meses de edad, la cual se mantuvo uniforme a partir de las 24 horas, logrando aproximadamente un 70% de absorción en relación al peso seco de la semilla, en comparación a la de frutos recién cosechados (60%) y de un año, esta última, se encuentra en los niveles más bajos de hidratación.

La semilla de fruto de dos meses obtuvo su mayor valor de agua acumulada a las 60 horas, mientras que la recién cosechada fue hasta las 36 horas, esto pudo haber sucedido a causa de algunas semillas ya maduras en esta edad, sin embargo fueron pocas. En el caso de la semilla de fruto de un año, existió muy poca acumulación de agua en la semilla a lo largo de la prueba

(figura 4.1), indicando que la mayor acumulación de agua fue a las 60 horas, pero con muy poca cantidad, posiblemente por las pocas semillas viables presentes, que consiguieron iniciar su primera etapa del proceso de germinación (imbibición). Con ello, se encontró diferencia con lo descrito por Cedillo (2002) y Rodríguez, *et al.*,(2003) quienes mencionaron que la semilla de chile piquín presenta una latencia física, por una cera epicuticular en la testa, esta provoca impermeabilidad limitando y/o impidiendo la absorción de humedad que la primera etapa fundamental en el proceso de germinación.

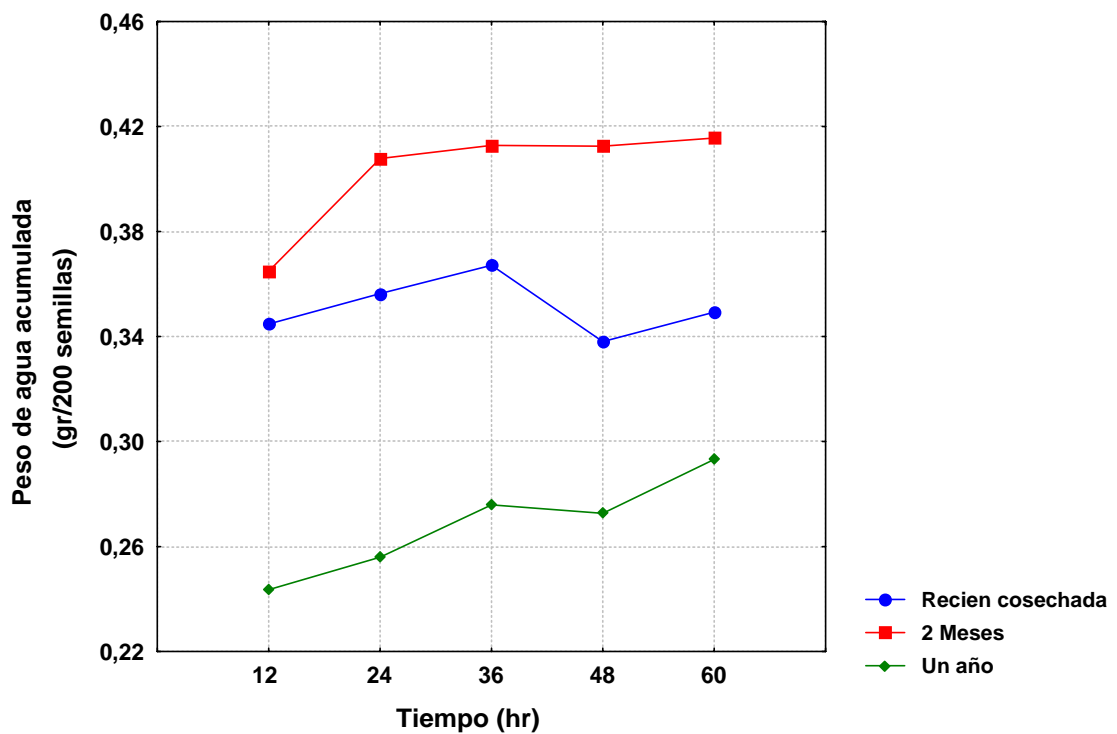


Figura 4.1 Tasa de Imbibición en tres edades de semilla de chile piquín ecotipo “japonés”

Pruebas de Viabilidad de la semilla

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4.1), en las diferentes edades de semilla en que se evaluó el porcentaje de viabilidad, se obtuvieron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), lo anterior indica que la viabilidad de la semilla varía significativamente de acuerdo a la edad de la misma. El coeficiente de variación es bajo, indicando confiabilidad en los resultados obtenidos. Como se encontraron diferencias significativas en la viabilidad de la semilla de diferente edad se realizó una comparación de medias, la cual muestra para la primera evaluación de viabilidad, que la semilla de uno y tres meses de edad, presentaron alto porcentaje de semillas viables con 90.3% y 91.3% respectivamente, en comparación a la semilla de trece meses de edad que solo alcanzó un 18.6% de semillas viables (Figura 4.2)

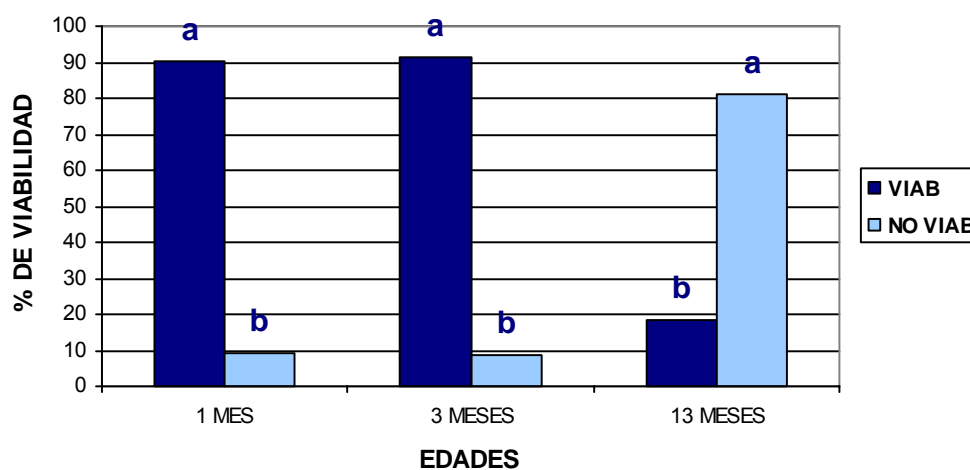


Figura 4.2. Porcentaje de semilla viable y no viable en la primera evaluación de viabilidad con sal de Tetrazolio en las tres edades estudiadas de chile piquín ecotipo “japonés”.

Cuadro 4.1.- Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad de semilla de chile piquín ecotipo “japonés”, en tres tiempos de evaluación.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios					
		Porcentaje de Semillas Viables en la Primera Evaluación	Porcentaje de Semillas No Viables en la Primera Evaluación	Porcentaje de Semillas Viables en la Segunda Evaluación	Porcentaje de Semillas No Viables en la Segunda Evaluación	Porcentaje de Semillas Viables en la Tercera Evaluación	Porcentaje de Semillas No Viables en la Tercera Evaluación
Edad de la semilla	2	5232.4**	5232.4**	7725.7**	7725.7**	6188.4 **	6188.4 **
Error	6	68.0	68.0	6.6	6.6	8.8	8.8
C. V. (%)		12.3	24.9	4.0	7.1	4.1	10.8

** = Altamente significativo al 1% de probabilidad.

C.V= Coeficiente de variación.

En este estudio se observó que la semilla de un mes, solo presentó coloración en el perispermo Figura 4.3(A), indicando que existe una inmadurez fisiológica en la semilla por no estar teñidos los cotiledones, posiblemente se deba a que estos, no tienen suficientes reservas nutritivas o aún se encuentran inactivas las enzimas. Esta tinción rojiza, indica que la semilla se encuentra viable, sin embargo, no es capaz de dar una plántula normal, ya que el perispermo se reabsorbe durante el desarrollo de la misma (Besnier, 1989).

En el caso de la semilla de tres meses Figura 4.3(B), se llegó a observar una gran actividad enzimática en los cotiledones debido a que estos, presentaron la tinción rojiza, confirmando su viabilidad y capacidad de dar una plántula normal; en cambio la Figura 4.3(C1), que es la semilla de trece meses, muestra deterioro metabólico por la edad, indicando su degradación e inactivación de enzimas (Osborne, 1980), dado a que en esta edad no se tiñó ningún órgano de la semilla como en el caso de la Figura 4.3(C2).

Para la segunda evaluación de viabilidad, la semilla de dos y cuatro meses, presentaron altos porcentajes de semillas viables (Figura 4.4), presentando coloración rojiza en los cotiledones, lo cual indica que en las semillas de chile piquín hay actividad enzimática y puede activar el proceso de germinación, mientras que la semilla de catorce meses solo obtuvo 5.3% de viabilidad. Lo anterior mostró un ascenso paulatino en el deterioro de cada edad estudiada, aunque en la semilla de catorce meses se observó con mayor severidad.

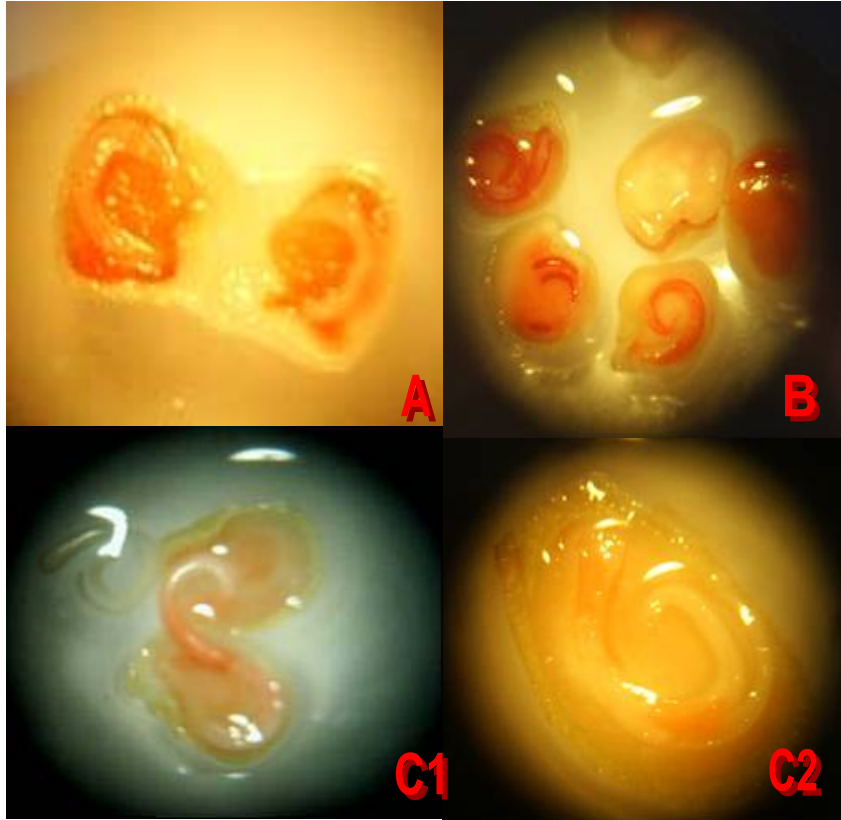


Figura 4.3. Fotografías de semillas de frutos de un mes(A), tres meses (B) y trece meses(C) a las cuales se les aplico la prueba de viabilidad con sal de Tetrazolio.

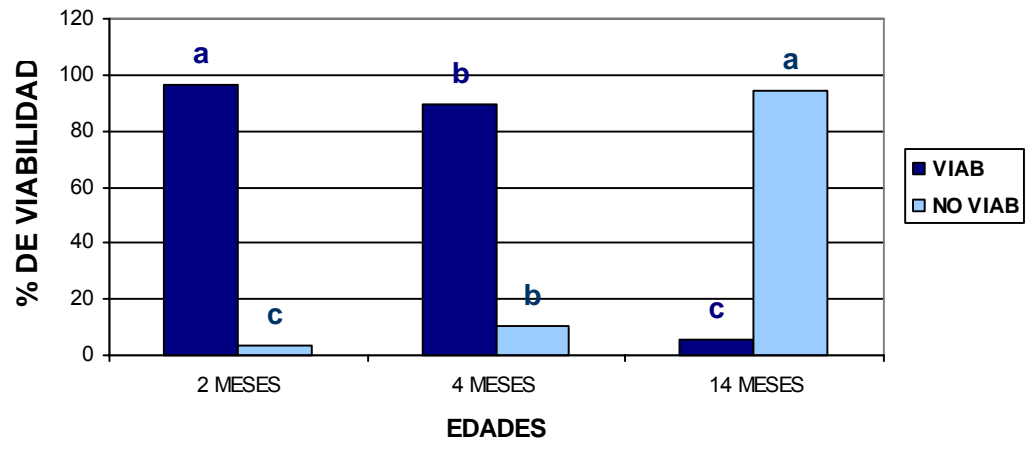


Figura 4.4. Resultado de la segunda evaluación de viabilidad con sal de Tetrazolio en las tres edades estudiadas de chile piquín ecotipo “japonés”.

Ya para la tercera evaluación de viabilidad que se muestra en la Figura 4.5, la semilla de cinco y siete meses presentan porcentajes altos de semillas viables, ambas edades con 98.6%, mientras que para la semilla de diecisiete meses se logró un 20.00% de semillas viables, siendo un porcentaje aun bajo.

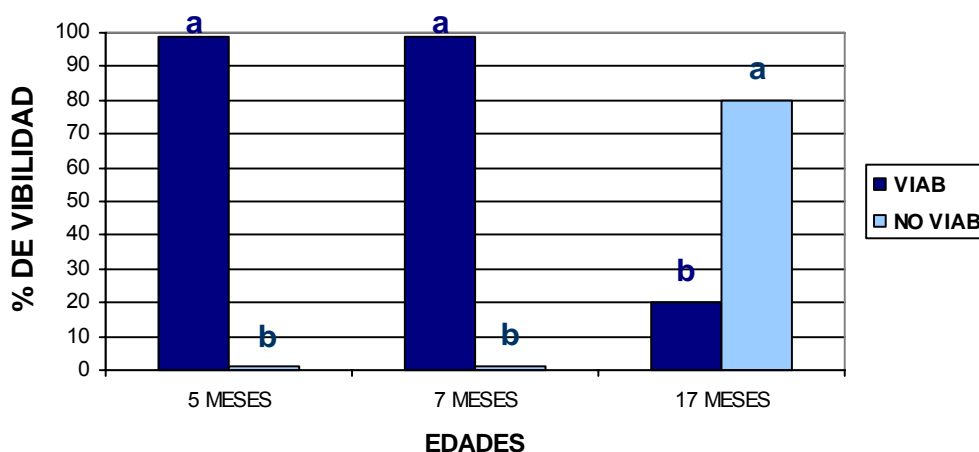


Figura 4.5. Resultado de la tercera evaluación de viabilidad con sal de Tetrazolio en las tres edades estudiadas de Chile piquín ecotipo “japonés”

Prueba de Germinación.

En el análisis de varianza correspondiente a la prueba de germinación se estudiaron Plántulas Normales, Plántulas Anormales y Semillas sin germinar, encontrándose diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en la edad, tratamientos, e interacción de edad por tratamientos, indicando que las variables evaluadas responden distintamente a los factores en estudio, presentando un coeficiente de variación (CV) por debajo del 30%. (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Análisis de varianza para las variables de la prueba de germinación de la semilla de chile piquín ecotipo “japonés”.

Fuentes de Variación	Grados De Libertad	Cuadrados Medios		
		Plántulas Normales (% de Germinación)	Plántulas Anormales	Semillas sin Germinar
Edad	2	49291.2**	58.4**	517.99**
Error Edad	9	209.7	0.82	0.564
Tratamientos	6	861.9**	6.38**	6.00**
Edad * Tratamiento	12	341.7**	5.9**	1.85**
Error	54	145.41	1.35	0.26
CV		24.5%	29.68%	11.16%

**Altamente significativo al 1% de probabilidad.

Edad de la Semilla

Porcentaje de Plántulas Normales

En la comparación de medias (cuadro 4.3), para la variable de porcentaje de plántulas normales (% de Germinación), se encontró que la semilla de dos meses de edad supero estadísticamente al resto de las edades (80.10%), seguido de las semillas de cuatro meses (66.03%) mientras que la semilla de catorce meses obtuvo el menor número con 1.42% del total de plántulas emergidas. Este resultado se puede atribuir a una degradación muy marcada en la semilla, como se pudo observar en las evaluaciones de viabilidad.

Cuadro 4.3. Comparación de medias en la germinación de semillas de chile piquín ecotipo “japonés” en relación a las edades estudiadas.

Comparación de medias	% de Plántulas Normales	% de Plántulas Anormales	% de Semillas sin Germinar
Semilla 2 meses	80.10 a	15.14 b	4.75 b
Semilla 4 meses	66.03 b	32.75 a	5.92 b
Semilla 14 meses	1.42 c	7.57 c	91.0 a

Medias sugeridas por la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey 0.05%).

Porcentaje de Plántulas Anormales

La semilla de catorce meses de edad presentó el menor porcentaje de plántulas normales, sin embargo, esto no fue inversamente proporcional a su germinación ya que fue también muy baja, esto confirma lo descrito en la viabilidad, ya que en la semilla se habían tenido los efectos de deterioro a esta edad de fruto. En el caso de la semilla de dos meses, obtuvo un porcentaje de 15.14% que nos muestra el porcentaje mas bajo para esta variable, seguido de la semilla de cuatro meses, esto, probablemente se deba a que en esta edad se presento mayor incidencia de hongos, posiblemente por haber dejado que la semilla madurara en el fruto durante dos meses.

Porcentaje de Semillas sin Germinar

En el porcentaje de semillas sin germinar, la semilla de dos meses presentó el menor porcentaje con 4.75%, seguido de la semilla de cuatro meses como se muestra en el Cuadro 4.3, mientras que en la semilla de catorce meses presento 91.0%, reafirmando nuevamente lo descrito en viabilidad, (94.66% de semillas no viables).

Tratamientos a la semilla

La aplicación de tratamientos para germinación de la semilla indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Porcentaje de Plántulas Normales

Con respecto a los tratamientos estudiados de acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 4.4), se encontró que los tratamientos 2, 4 y 5, presentaron los mayores porcentajes de plántulas normales, los cuales no difieren estadísticamente entre sí, seguidos de los tratamientos 3 y 7, mientras que el tratamiento 1 y 6 presentaron los porcentajes de germinación más bajos con 40 y 36% respectivamente. Los resultados antes mostrados no coinciden con lo descrito por Ramírez (2001), INIFAP (2002), Federico (2005) y Reyna (2005), ya que ellos recomiendan dosis de 5000 ppm de AG_3 para inducir hasta un 60 a 80% de germinación en semillas de chile piquín, en este trabajo se utilizaron concentraciones más bajas como fueron los tratamientos 2 y 5 (100 ppm de AG_3) y se obtuvieron porcentajes similares de germinación.

Cuadro 4.4. Comparación de medias en la germinación de semillas de chile piquín ecotipo "japonés", en relación a los tratamientos utilizados.

Comparación de medias	Plántulas Normales	Plántulas Anormales	Semillas sin Germinar
1. Testigo	40.00 bc	30.83 a	40.16 a
2. 100 ppm AG_3	56.75 a	12.58 bc	30.6 de
3. 1,000 ppm de AG_3	55.00 ab	13.6 bc	31.3 cde
4. Imbibidas con agua	55.08 a	16.6 abc	28.3 e
5. Imbibidas con agua + 100 ppm AG_3	55.03 a	8.83 c	35.83 ab
6. Imbibidas con agua + KNO_3	36.00 c	27.5 ab	36.5 ab
7. Imbibidas con agua + Imbibidas con 100 ppm de AG_3	46.16 abc	19.3 abc	34.5 bcd

Porcentaje de Plántulas Anormales

En lo referente al porcentaje de plántulas anormales, se encontró que el tratamiento 5 fue el que presentó el valor más bajo, seguido del 2 y 3, mientras

que el testigo presentó el mayor número con 30.83% de plántulas anormales emergidas.

Porcentaje de Semillas sin Germinar

Mientras que para esta variable, el testigo fue el que mostró mayor porcentaje con 40.16% seguido del tratamiento 5 y 6 en comparación al tratamiento 4, el cual presentó el menor porcentaje de semillas sin germinar con 28.3%, lo que nos indica que realizarle algún tratamiento a la semilla podemos garantizar un menor número de ellas sin germinar.

Interacción Edad por Tratamiento

De acuerdo a la interacción de edad por tratamientos para el porcentaje de plántulas normales (Porcentaje de germinación), podemos observar en la figura 4.6 que las edades estudiadas reaccionaron en forma diversa a cada tratamiento. Obteniendo que para la semilla de dos meses, el mejor tratamiento resultó ser el 4 logrando germinaciones hasta un 97.5%, mientras que el testigo solo obtuvo un 58%, para la semilla de cuatro meses el tratamiento más sobresaliente fue el 2 consiguiendo 83% de germinación y para la tercera edad podemos reiterar lo obtenido en viabilidad, donde las consecuencias de envejecimiento son muy notorias al obtener germinaciones por debajo del 5% con todos los tratamientos.

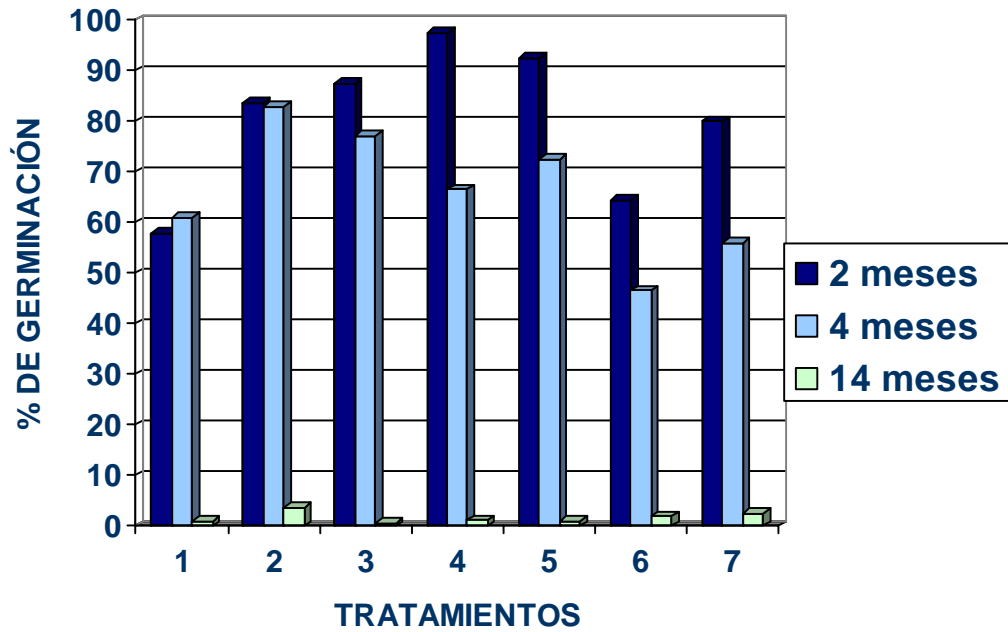


Figura 4.6. Interacciones de edades por tratamientos en la prueba de germinación de semilla de chile piquín ecotipo “japonés”

Referente al porcentaje de plántulas anormales y semillas sin germinar en la interacción de edad por tratamiento, logramos obtener resultados inversamente proporcionales al porcentaje de germinación (Figura 4.7 y 4.8).

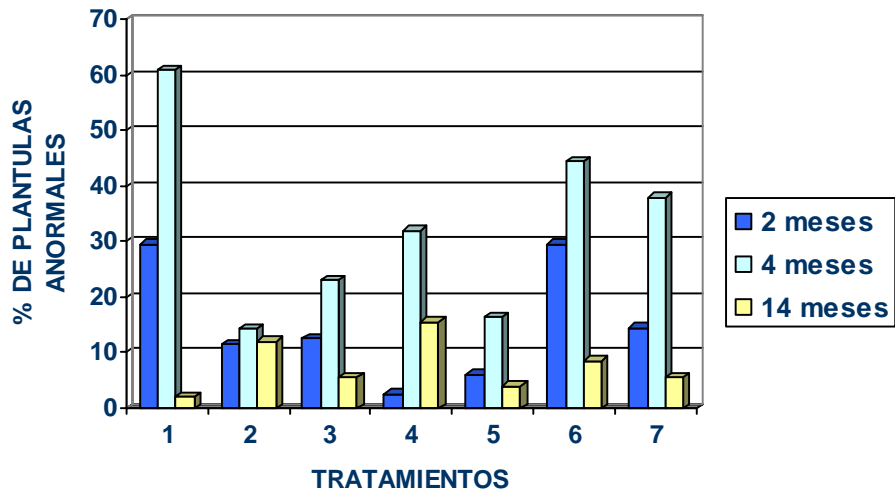


FIGURA 4.7. Resultado del porcentaje de plántulas anormales en la interacción de edad por tratamiento en diferentes edades de semillas de chile piquín ecotipo “japonés”.

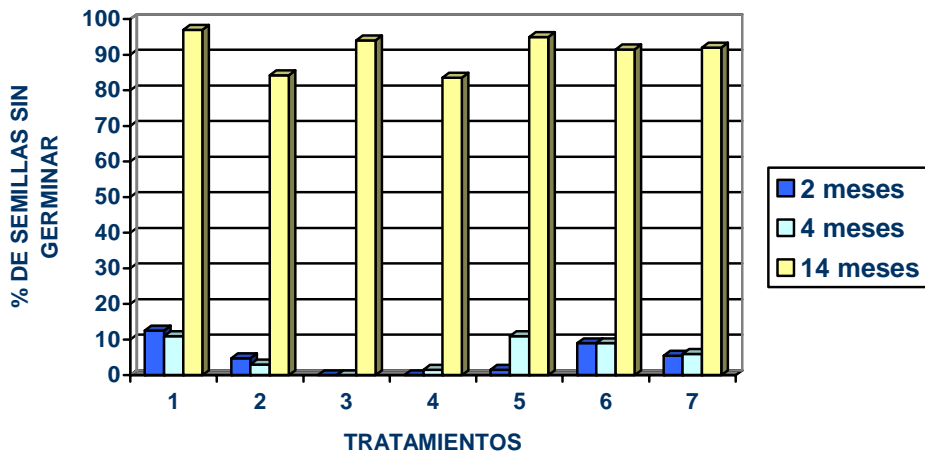


FIGURA 4.8. Interacción de edades por tratamientos en la variable de porcentaje de semillas sin germinar de chile piquín ecotipo “japonés”.

Pruebas de Vigor

En el análisis de varianza correspondiente al primer conteo de plántulas normales e índice de velocidad de emergencia resulto con diferencias altamente

significativas ($p \leq 0.01$) respecto a la fuente de variación edad indicando que la velocidad de crecimiento es afectada por la edad de la semilla, así mismo no todos los efectos afectaron de manera similar la velocidad de crecimiento y que los tratamientos responden de manera diferente dependiendo de la edad de la semilla. Además se puede indicar que hay confiabilidad en los resultados obtenidos ya que el coeficiente de variación tuvo un valor máximo de 27.7% (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Análisis de Varianza para las variables evaluadas en el vigor de la semilla de Chile piquín ecotipo “japonés”.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	
		Primer conteo	Índice de Velocidad de Emergencia
Edad	2	110.02**	24.42**
Error edad	9	1.37	0.009
Tratamientos	6	36.10**	2.35**
Edad * Trat.	12	8.48**	0.193**
Error	54	0.86	0.013
CV		27.70%	5.71%

**Altamente significativo al 1% de probabilidad.

Primer conteo de plántulas normales

De acuerdo a la comparación de medias Cuadro 4.6 en el porcentaje de primer conteo de plántulas normales a 10 días, las semillas de dos y cuatro meses presentaron el mayor valor, lo cual nos indicó que a esta edad las semillas obtuvieron una más rápida y uniforme emergencia a diferencia de las de catorce meses que resultaron con 0.35%, lo cual era de esperarse por los valores tan bajos de emergencia, indicando nuevamente que a esta edad, la

semilla ya sufrió deterioro, lo cual difiere por Moreno (1995) quien menciona que entre mas madura este la semilla, presenta mayor vigor.

Cuadro 4.6. Comparación de medias para el vigor de semillas de chile piquín ecotipo “japonés” en relación a las edades de fruto estudiadas.

Comparación de medias	Primer Conteo	Índice de Velocidad de Emergencia
Semilla 2 meses	24.92 a	6.47 a
Semilla 4 meses	23.89 a	6.09 b
Semilla 14 meses	0.35 b	0.41 c

Medias sugeridas por la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey 0.05%).

En cuanto a los tratamientos en su primer conteo, mostraron el mayor porcentaje de plántulas normales a los 10 días después de la siembra los tratamientos 6, 7 y el testigo (Cuadro 4.7), sin embargo, estos porcentajes se mantuvieron a lo largo de toda la prueba de germinación, posiblemente esto se deba a que en estos tratamientos, se logró tener una activación enzimática precoz, por haber sido sometida a una imbibición previa aunado a la adición del nitrato de potasio y al ácido Giberélico; en cambio los tratamientos 2, 3, 4 y 5 fueron los que menor vigor presentaron con valores bajos, más sin embargo, al final de la prueba de germinación resultaron con el mayor porcentaje de plántulas normales.

Cuadro 4.7. Comparación de medias para el vigor de semillas de chile piquín ecotipo “japonés” en relación a los tratamientos utilizados

Comparación de medias	Primer Conteo	Índice de Velocidad de Emergencia
1. Testigo	33.16 a	2.71 d
2. 100 ppm AG ₃	2.16 b	5.20 b
3. 1,000 ppm de AG ₃	5.6 b	3.83 c
4. Imbibidas con agua + Agua	7.2 b	9.24 a
5. Imbibidas con agua + 100 ppm AG ₃	2.0 b	3.06 d
6. Imbibidas con agua + Nitrato de Potasio	28.83 a	2.93 d
7. Imbibidas con agua + Imbibidas con 100 ppm de AG ₃	35.6 a	3.31 cd

Medias sugeridas por la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey 0.05%).

Para el primer conteo de plántulas normales se puede observar en la figura 4.9 para la semilla de dos y cuatro meses los tratamientos 6, 7 y el testigo son los que logran un mayor porcentaje de plántulas normales, pero como se menciona anteriormente este porcentaje se mantuvo durante toda la prueba de germinación, mientras que la semilla de catorce meses no logra porcentajes altos de plántulas normales con ningún tratamiento, manifestando la degradación sufrida.

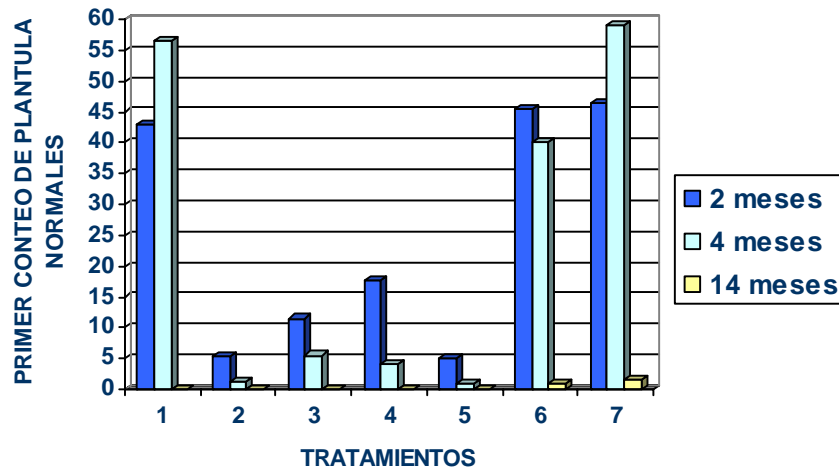


FIGURA 4.9. Respuesta del Primer conteo de plántulas normales en la interacción de edades por tratamientos en semillas de chile piquín ecotipo “japonés”.

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 4.6), la semilla de dos meses y cuatro meses de edad presentaron un IVE relativamente alto, en comparación a la de catorce meses que obtuvo 0.415% lo cuál indica un índice muy lento, por consiguiente, al productor no le es conveniente obtener semilla de un fruto de esta edad pues resultaría de muy baja calidad, resultando una semilla de muy bajo vigor, aunque, comparando entre edades, el mayor IVE lo obtuvo la de dos meses, como era de esperarse ya que a lo largo del estudio fue la que mejores resultados presentó.

En lo referente a los tratamientos, el 4 presentó un índice de velocidad de emergencia de 9.24%, seguido del tratamiento 2 con 5.20%, en relación a los tratamientos 5, 6 y testigo quienes presentaron los mas bajos índices en la prueba (Cuadro 4.7), por lo tanto el vigor de esta especie fue muy bajo en comparación a cualquier otra especie comercial ya que la mas optima es aquella que obtiene Índices por arriba del 90%, lo cuál quiere decir que para obtener una semilla de alta calidad debe emerger en un primer día después de la siembra hasta un 90% de plántulas (ISTA, 2004).

Para el Índice de Velocidad de Emergencia podemos observar en la figura 4.10 que en las semillas de dos y cuatro meses el mejor tratamiento para acelerar la emergencia de plántulas es el 4 con porcentajes de 14.21 y 12.08% respectivamente, mientras que para la semilla de catorce meses el tratamiento 4 es el que presenta el mas alto índice, sin embargo comparado con las edades

anteriores, es muy bajo (1.43%), lo cuál nos indica que la semilla de esta edad (14 meses) definitivamente no es conveniente, ya representa una semilla de muy baja calidad, debido a los resultados tan negativos a lo largo de toda la investigación.

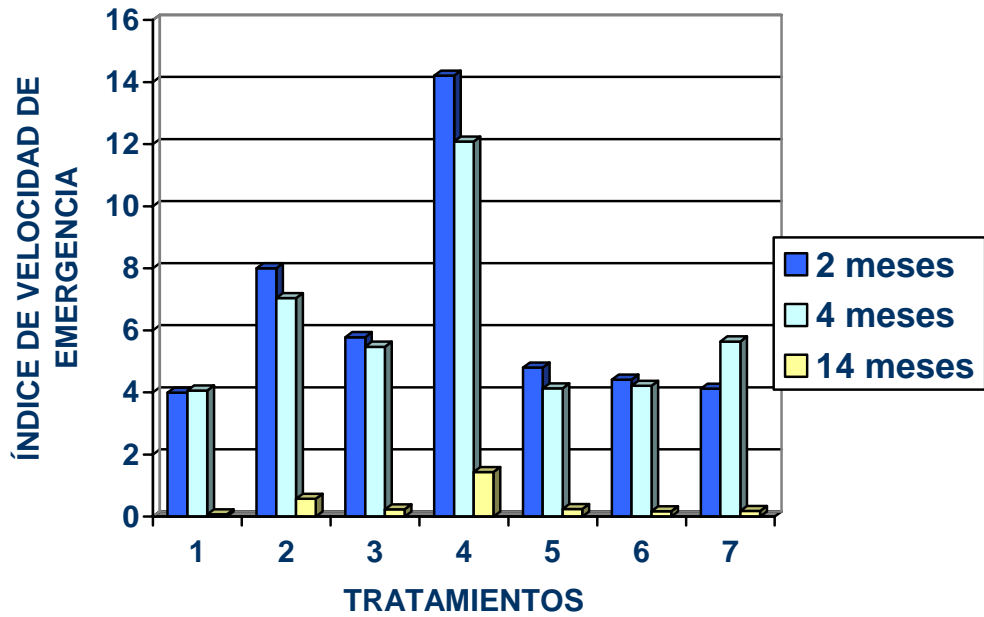


FIGURA 4.10. Interacciones de edades por tratamientos en el índice de velocidad de emergencia de semilla de chile piquín ecotipo “japonés”.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- La semilla de chile no es impermeable, ya que todas las edades de semilla absorben agua a partir de que son expuestas a esta, sin embargo, es la semilla de dos meses la que tiene mayor capacidad de absorción, misma que se ve reflejada en la viabilidad y germinación de esta.
- La semilla de chile piquín de frutos recién cosechados a un mes, es viable, sin embargo presenta inmadurez en los cotiledones, por lo tanto la germinación se da hasta los dos meses de edad, donde se obtienen altos porcentajes de viabilidad (96.6%) y disminuye drásticamente a los 13 meses de edad, donde se tienen consecuencias de deterioro muy marcadas hasta llegar a la muerte de la semilla.
- La mejor edad de semilla para germinar, es la de dos meses, ya que obtiene porcentajes de 80.10% de germinación, mientras que la de cuatro meses logra solo 66% y por último la semilla de catorce meses solo obtuvo 1.42% de germinación.
- En la semilla de chile piquín no existe latencia fisiológica relacionada al Ácido Giberélico, sino a la edad, ya que se comportan diferente ante los tratamientos aplicados.
- Los tratamientos de semilla imbibida en agua por 60 horas e imbibida en agua por 60 horas más Ácido Giberélico a 100 ppm producen germinaciones por encima del 90% en semilla de fruto de dos meses.

LITERATURA CITADA

- Alcocer, E. B. 2000. Imbibición, atributos de calidad en semilla de trigo macarronero (*Triticum turgidum* var. *durum*) y su efecto sobre el cultivo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Almanza G. J. G. 1993. Cultivo de Chile Piquín (*Capsicum annum* var. *aviculare* Dierb). Estudio etnobotánico, biología y productividad. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. U. A. N. L. 72 p.
- Amen, R. D. 1963. A model seed dormancy. *Botanical Review*. 34: 1-31.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1975 Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing. Pp. 20 – 25 USA
- Association of Official Seed Analysts (AOSA) 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32 to the Handbook of official Seed. United States of America. 88p.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1993. Rules for testing seeds. *Journal of Seed Technology* , vol. 16, Number 3.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1993. Handbook on Tetrazolium Testing. Contribution No. 32 to the Handbook on seed testing, U. S. A.
- Basset, M. J. y C. C, Baskin. 1986 *Breeding Vegetables Crops*. A VI Publishing Company, Inc. United States of America.
- Barrie A. M. M. and Drenan, D. S. H. 1971. The effect of hydration – dehydration on seed germination. *New Phytol*. 79: 135-142. U. S. A.
- Besnier, R. F. 1989. *Semillas, Biología y Tecnología*. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España. 637 p.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1978. *Physiology and Biochemistry of seed in relations to germination* vol. I. Development, germination, and growth. Berlin: Springer – Verlay. N.Y.
- Boyd, H. A. y E. Cabrera. 1978. Equipo comúnmente utilizado en la limpieza de Semillas. Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centroamérica, Panamá y el Caribe. Universidad del Estado de Mississippi USA. San José, Costa Rica. p 163-180.

- Bustamante, L. A. 1979. La pureza varietal en la producción de semillas. Curso de tecnología de semillas en Opción a tesis. Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar. Ciudad Juárez, Chihuahua.
- Bustamante, L. y J Martínez, 1991. Localidades y grados de madurez en la calidad de semilla de chile morrón (*Capsicum annuum* L.) En: Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (SOMECH). IV Congreso Nacional de Horticultura. Programa y Memorias. 18 al 23 de agosto. SOMECH-UAAAN-COQA-INIFAP. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. p. 358.
- Bustamante, G. L. A. 1995 Pruebas de Germinación y vigor en semillas y sus aplicaciones. Curso de actualización sobre tecnología de semillas. Memoria Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Carvalho, J. S. 1983. Sementes: Ciencia, Tecnología y producto. 2° edición. Rev. Campinas. Fundacao Carril. pp. 199-213.
- Cedillo. N. E. 2002. Inducción de la germinación de chile piquín (*Capsicum annuum* L., var. *aviculare* Dierb.) Tesis de Licenciatura. Unidad Académica Multidisciplinaria, U. A. T. 47 Pág.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2nd. Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. pp. 63-75. USA
- Dávila F. H. 2005. Exportador de Hortalizas. Agromex de vegetales SA de CV. Calle 5 No. 245. Col. Vista hermosa Saltillo, Coahuila México (Com. Personal)
- Delouche, J. C. 1986. Physiological seed quality. Shot course for seeds men, Mississippi States University. Vol. 27, p. 55-59
- Doijobe, S. A. 1990 Studies on vigor and viability of seed an influence by maturity in Chili (*Capsicum annuum* L.) Hort. Abst. 60 (1) United States of America.
- Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000. © 1993-1999 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos. Microsoft Licensing Inc.
- Federico, A. G. 2005 Promoción de la germinación de la semilla de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *aviculare* Dierb) III Encuentro Nacional Académico de la Educación Tecnológica Agropecuaria “El Desarrollo Sustentable de la Educación Tecnológica Agropecuaria, reto de Calidad y Pertinencia” Guadalajara, Jalisco. Octubre 2005

- Garay, A. E. 1989. La calidad de la semilla y sus componentes. En: Memorias del primer curso avanzado sobre sistemas de semillas para pequeños agricultores. CIAT. Cali, Colombia. pp.2-11.
- 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.
- INIFAP, 2002 Tecnología para incrementar germinación y conservar especies silvestres de Chile piquín. Ficha Tecnológica 2002 Por Sistema Producto
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. Rules 1996. Seed Sci. Technol. 13 (2); 322. Holanda.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International rules for seed testing. Edition 2004.
- Jann, R. C., and R. D. Amen. 1977. What is germination?. In the physiology and biochemistry of seed germination, A. A: Khan, ed. Amsterdam: North-Holanda Publishing Co., pp.7-28.
- Khan, A. A. 1981. Hormonal regulation of primary and secondary dormancy. Israel Journ. Bot. 29: 207-24.
- Laborde, J. A. y O. Pozo, 1984. Presente y pasado del Chile en México. Publicación Especial No. 85, INIA, SARH. 80 p.
- Meyer, B. S.; D. B. Anderson y R. H. Boning. 1972. Introducción a la fisiología vegetal. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Pp. 59-70.
- Morales L. A.; R. I. Pérez.; I. O. M. Vázquez.; y L. A. R. del Bosque 2003 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); Facultad de Ciencias Biológicas (UANL)
- Moreno, M. E. 1984. Análisis Físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México. México DF. pp. 103 -114
- Moreno, M. E. 1995. Los hongos de almacén y las micotoxinas. Memorias del I Curso Taller Internacional sobre métodos para la detección de patógenos de semillas. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Moreno; M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª. Edición. Instituto de Biología. UNAM. México. DF. 393p.
- Osborne, D. J. 1980 Senescence in seeds. (Ed.). THIMMAN, K. V. Senescence in plants. Boca Ratón: CRC,

- Pérez G. M.; S. F. Márquez y L. A. Peña. 1997 Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México. pp. 115-118.
- Perretti, A. 1994. Manual para el análisis de semillas. INTA. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 281 p.
- Pozo. C. O. 2003. Diversidad e importancia de los chiles silvestre. Memorias del 1er. Simposio Regional sobre chile piquín. INIFAP campo experimental Río Bravo, Tamaulipas, México. 17-19p.
- Quagliotti, L. 1977. Effects of ripening stages the berries and of Storage within the fruits on viability of seed two varieties of pepper. Institute of Plant Breeding and Seed Production. University of Turin, Italy, In: Institute de Recherché Agronomique. 1977. Capsicum 77 C. R. du 3° Congr. Escarpia Genet Selection Pimient. Montftavet – Avignon. France. P.293 - 301.
- Ramírez, M. M. 1989 Clasificación de Genotipos de chile serrano (*Capsicum annum* L.) según su resistencia y susceptibilidad a temperaturas altas. Tesis maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ramírez, M. M. 2001 Inducción de la germinación de chile piquín. 13° Encuentro de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México (Memoria). 31 p.
- Reyna, A. J. J. 2005. Producción de planta de chile piquín (*Capsicum annum* var. *aviculare* Dierb) Tesis Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México 33 p.
- Ríos, C. H. J. 1996 Métodos de extracción y calidad de semilla en Tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México 60 p.
- Roberts, E. H. 1972. Viability of Seed. Syracuse University Press
- Rodríguez del B. L. A, M. Ramírez y O. Pozo. 2003. El cultivo de chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noreste de México. Memoria del 1er. Simposio Regional sobre chile piquín. Avances de Investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo experimental Río Bravo, Tamaulipas. Publicación especial, num. 26 México. pp 1-16.
- Rodríguez del B, L. A, M. Ramírez y O. Pozo. 2004. Tecnología de chile piquín en el noreste de México. INIFAP-CIRNE. Campo experimental Río Bravo. Folleto Técnico Núm. 29. Tamaulipas, México.

- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User' s Guide. Version 6, fourth Edition. SAS Institute Inc., Cary, N. C.
- Sayers; R. 1982. Pruebas de Germinación y vigor. En: Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN, México. 129-136 p.
- Segovia, L. A. y M. Luján F. 1991 Características del fruto de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con semilla de alto poder germinativo. En Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (SOMECH) IV Congreso Nacional de Horticultura. Programa de Memorias. 18 al 23 de agosto. SOMECH-UAAAN-CIQA-INIFAP Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. p.105
- Somos, A. 1984. The Páprika. 2ª edición Academia Kiadó, Budapest, Hungary. 301 p
- Steel, G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York. USA.
- Thomson, J. R. 1979. An introduction to seed technology. Thomson Litho Ltd. Great Britain. p. 1-15.
- Valdez, L. J. y M. D. López de V. 1998. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa., México, D. F. p.186.
- Vegis, A. 1964. Dormancy in higher plants. Annul Rev. Plant Physiology. Vol. 15: 185-215. USA.

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
3.1	Fecha de cosecha y edad de frutos de Chile piquín ecotipo “japonés” utilizado en el presente estudio.....	25
3.2	Edades de la semilla de chile piquín ecotipo “japonés” al realizar tres tiempos en la evaluación de viabilidad con la prueba de sal de Tetrazolio.....	27
3.3	Tratamientos utilizados en la prueba de germinación de las distintas edades de semilla de Chile piquín ecotipo “japonés”	28
3.4	Edades de la semilla sometida a la prueba de germinación estándar.	29
4.1	Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad de semilla de chile piquín ecotipo “japonés”, en tres tiempos de evaluación.....	36
4.2	Análisis de varianza para las variables de la prueba de germinación de la semilla de chile piquín ecotipo “japonés”.....	40
4.3	Comparación de medias en la germinación de semillas de chile piquín ecotipo “japonés” en relación a las edades estudiadas.....	40

4.4	Comparación de medias en la germinación de semillas de chile piquín ecotipo “japonés”, en relación a los tratamientos utilizados.....	42
4.5	Análisis de Varianza para las variables evaluadas en el vigor de la semilla de chile piquín ecotipo “japonés”.....	46
4.6	Comparación de medias para el vigor de semillas de chile piquín ecotipo “japonés” en relación a las edades de fruto estudiadas.....	47
4.7	Comparación de medias para el vigor de semillas de chile piquín ecotipo “japonés” en relación a los tratamientos utilizados.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
4.1	Tasa de Imbibición en tres edades de semilla de chile piquín ecotipo “japonés”.....	34
4.2	Porcentaje de semilla viable y no viable en la primera evaluación de viabilidad con sal de Tetrazolio en las tres edades estudiadas de chile piquín ecotipo “japonés”.....	35
4.3	Fotografías de semillas de frutos de un mes(A), tres meses (B) y trece meses(C) a las cuales se les aplico la prueba de viabilidad con sal de Tetrazolio.....	38
4.4	Resultado de la segunda evaluación de viabilidad con sal de Tetrazolio en las tres edades estudiadas de chile piquín ecotipo “japonés”.....	38
4.5	Resultado de la tercera evaluación de viabilidad con sal de Tetrazolio en las tres edades estudiadas de chile piquín ecotipo “japonés”.....	39
4.6	Interacciones de edades por tratamientos en la prueba de germinación de semilla de chile piquín ecotipo “japonés”....	44
4.7	Resultado del porcentaje de plántulas anormales en la interacción de edad por tratamiento en diferentes edades de semillas de chile piquín ecotipo “japonés”.....	45

4.8	Interacción de edades por tratamientos en la variable de porcentaje de semillas sin germinar de chile piquín ecotipo “japonés”.....	45
4.9	Respuesta del Primer conteo de plántulas normales en la interacción de edades por tratamientos en semillas de chile piquín ecotipo “japonés”.....	48
4.10	Interacciones de edades por tratamientos en el índice de velocidad de emergencia de semilla de chile piquín ecotipo “japonés”.....	50