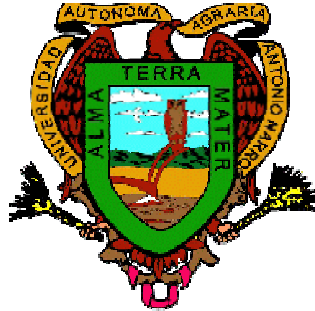


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



**Métodos para romper latencia en semilla de chile ancho
(*Capsicum annum* L.)**

Por:

ADRIANA YERANIA CAMARILLO CUENCA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio 2004

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a la memoria de mi abuelo, **Sr. Dionisio Cuenca Serrano (q.p.d)** por que fuiste y serás un padre admirable, gracias por tus consejos, cuidados, y ese inmenso amor que siempre me tuviste, aunque no estés físicamente, se que te tengo a mi lado y guías cada uno de mis pasos y en este momento que gracias a Dios termino una mis metas te la dedico por que serias la persona mas feliz al ver realizado este sueño.

De igual manera una dedicatoria especial a una gran mujer admirable, consentidora, mi abuela, **Sra. Brígida Prudente López** por todo el amor, bendiciones que me brindas día con día y por tu profunda preocupación al encontrarme fuera de casa, te doy las gracias, que Dios te bendiga y me dé la dicha de tenerte por mucho tiempo mas y sigas siendo el pilar de la familia Cuenca Prudente.

A mis padres: Sra. Hilda Cuenca Prudente.

Sr. Álvaro Camarillo Estrada.

Primeramente por darme la vida y la oportunidad de estudiar, de tener lo que hoy tengo y soy, por su gran apoyo y confianza plena que depositaron en mi. A mi madre por su inmenso amor, confianza y profunda preocupación durante mis estudios, gracias madre. Dios te bendiga hoy y siempre.

A mis hermanos: Roohuseni, Sideney y Zinnatel.

Primeramente por tenerlos a todos , por su apoyo y cariño que me brindan siempre, gracias hermanos .

A mi madrina: Sra. Teresa Cuenca Prudente.

Por el amor de madre que siempre me has brindado, por tus cuidados y atenciones, te doy inmensamente las gracias por todo.

A mis tías y comadres : Demetria, Julissa, Florencia y Juana Cuenca Prudente.

Por ese amor de hermanas que me brindan, apoyo incondicional y la confianza plena que depositaron en mi, que espero no defraudarlas, gracias por todo y Dios las bendiga siempre.

A mis Ahijadas: Adriana, Diana, Kenia y Zuria.

Por esa ternura y cariño que me brindan para seguir adelante.

A mis Tíos: Cesar y Filogonio Cuenca Prudente.

Por el apoyo que me brindaron en la culminación de mis estudios; Así también a sus esposas: Rosalía y Antonia.

A todos mis primos y primas, especialmente a los pequeños: Cesarín y Guadalupe.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por hacer posible mi existencia.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitir culminar una de mis metas.

Al Dr. Mario E. Vázquez Badillo. Por ese apoyo brindado en el momento cuando mas lo necesite para la realización del presente trabajo.

A la Dra. Norma A. Ruíz Torres. Por su gran apoyo para la culminación del trabajo realizado.

Al Ing. José Ángel De la Cruz Bretón. Le agradezco enormemente todas sus atenciones, amistad y apoyo incondicional brindada durante mi estancia en la Universidad.

Al Ing. Rodolfo Rodríguez Manzanares. Por su apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

A mis amigas:

Ing. Carmen Zapata Castro. Por tu amistad, apoyo y confianza que me brindaste.

Ing. Julia Garnica Serna. Por tu amistad incondicional , apoyo brindado y por estar siempre en los momentos mas difíciles.

Alma Olivia García Hernández. Agradezco tu amistad, apoyo y atenciones que me brindaste, de igual manera a tu esposo Israel. Al pequeño Luis Antonio le agradezco esa sonrisa y ternura brindada.

Ing. Elizabeth Zamano Garduño. Por tu amistad y apoyo.

A Hugo Reyes Valdez. Gracias por tu amistad y apoyo que siempre me brindaste.

A mis paisanos del Edo. De Oaxaca.

Al Sr. Enrique García. Por su amistad, apoyo y consejos.

T.L.Q. Graciela González Ramírez. Por su apoyo para la realización del trabajo y su amistad brindada.

A los ingenieros: Adriana Bautista y Humberto Blandon. Por su apoyo brindado.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	Composición del MEGAFOL.....	33
3.2	Composición del Nitrato de Potasio.....	33
3.3	Tratamientos evaluados en semillas de chile ancho.....	34
4.1	Cuadros medios del análisis de varianza y su significancia para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar en semilla de chile ancho.....	40
4.2	Comparación de medias para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar en semilla de chile ancho.....	41
4.3	Comparación de medias para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar y el efecto del grado de madurez en chile ancho al corte.....	43
4.4	Comparación de medias para la variables GS 14 y PA 14 en el ensayo de germinación estándar considerando el efecto de la interacción fertilización x grado de madurez al corte.....	44
4.5	Comparación de medias entre los tratamientos para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	46
4.6	Comparación de medias para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar, para la interacción fertilización x tratamientos en semilla de chile ancho.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Página
5.1	Efecto de la fertilización con y sin aminoácidos en las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar en semilla de chile ancho.....	42
5.2	Comportamiento de las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar con relación al grado de madurez del fruto (Rojo y Verde) al corte.....	43
5.3	Comportamiento de las variables GS 14 y PA 14 considerando el efecto de grado de madurez al corte y la fertilización con y sin aminoácidos.....	45
5.4	Efecto de los tratamientos en la germinación de semilla de chile ancho evaluadas a los 7 y 14 días y plántulas anormales a 14 días.....	47

INDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE DE CUADROS.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Generalidades del Chile.....	5
Origen.....	5
Clasificación Taxonómica.....	6
Descripción General.....	
Crecimiento y Morfología de la Semilla y el Fruto.....	7
Maduración del Fruto.....	8
Maduración de la Semilla.....	9
Calidad de la Semilla.....	10
Fertilización y Calidad de la Semilla.....	12
Madurez del Fruto y Calidad de Semilla en Chile.....	13
Germinación de la Semilla.....	14
Requerimientos para la Germinación.....	15
Eventos Durante la Germinación.....	18
Los aminoácidos como Nutrientes para las Plantas.....	19
Función de los Aminoácidos en las Plantas.....	20
Absorción y Transporte de Aminoácidos en las Plantas.....	21

Latencia en Semillas.....	22
Clasificación de Latencia.....	24
Tratamientos para romper Latencia.....	27
MATERIALES Y METODOS.....	32
Ubicación del Sitio Experimental.....	32
Material Genético a Utilizar.....	32
Productos Utilizados.....	32
Descripción de los Tratamientos.....	34
Establecimiento y Conducción del Trabajo de Investigación.....	34
Parámetros Evaluados.....	35
Diseño Experimental.....	36
Modelo Estadístico.....	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
CONCLUSIONES.....	50
RESUMEN.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	54

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Chile

Origen

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

El género *Capsicum* comprende de 20 – 30 especies en los trópicos y sobtrópicos, reconociendo los taxónomos modernos principalmente 5 especies cultivados: *Capsicum annum* L., *C. Chinenses* J., *C. Pendulum* W., *C. frutescens* L. y *C. Pubescens* R. (Pérez *et al.*, 1997)

Es muy posible que el cultivo a gran escala de estos chiles se haya iniciado en las cercanías de la ciudad de México, quizás, en el valle de Puebla, por lo que se les conoce como “chile poblano” al consumirse en estado verde (Laborde y Pozo, 1984).

Clasificación Taxonómica (Janick, 1985)

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub-división	Pterosida
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Solanaceales
Familia	Solanaceae
Genero	Capsicum
Especie	Annuum

Descripción General

La descripción que hace Laborde y Pozo (1984) es la siguiente: son plantas sin pubescencia, de aspecto herbáceo y crecimiento compacto llegando a medir de 60 a 70 cm de altura. El tallo de aspecto semileñoso, se ramifica en dos o tres ramas a menos de 20 cm de suelo y posteriormente cada 8 a 12 cm sucesivamente unas 4 o 5 veces. Sus hojas de color verde oscuro brillante, de forma ovado-acuminada, miden de 7 a 12 cm de ancho, presenta pecíolos que miden de 5 a 8 cm y son acanalados. Sus flores constan de cinco pétalos color blanco mate, existiendo generalmente una flor en cada nudo. La floración inicia a los 50 días aproximadamente y continua hasta que la planta muere. El fruto de este tipo de chile mide de 8 a 15 cm.; tiene forma cónica o de cono truncado; cuerpo cilíndrico o aplanado, con hundimiento o “cajete” bien definido en la unión del pedúnculo o base; el ápice es puntiagudo o bien, un poco chato.

Tiene de dos a cuatro lóculos; la superficie es mas o menos surcada y tiene una pared gruesa. Antes de la madurez es de color verde, pero al madurar cambia.

Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central, son redondas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 milímetros.

Crecimiento y Morfología de la Semilla y el Fruto

La semilla consta de tres partes básicas: embrión, tejidos de reserva y cubierta o testa. El embrión es curvado y está formado por un eje con dos cotiledones u hojas seminales, una radícula cónica curvada hacia el hilio, el punto de crecimiento o plúmula, y el hipocótilo o región comprendida entre radícula y cotiledones (Wilson y Loomis, 1980; Somos, 1984; Rodríguez, 1988). Los tejidos de reserva son cotiledones y endospermo. Somos (1984) señala que la testa es reticulada y rugosa, generalmente de color amarillento, constituida por una epidermis uniseriada, cuya pared externa está cubierta con una cutícula más gruesa, y las células son mucho más grandes en el borde de la semilla.

El estado de máximo crecimiento, la semilla es de forma arriñonada o subreniforme y muy comprimida, de 3-6 mm de diámetro y 0.5-1 mm de espesor, con un borde similar a una llanta, teniendo en su parte angular el hilio y micrópilo (Rodríguez, 1988; Somos, 1984; George, 1985).

Maduración del Fruto

Una vez formado el fruto como órgano verde, se presentan una serie de cambios metabólicos, bioquímicos y fisiológicos que conducen al estado de maduración.

Este periodo se inicia cuando el fruto alcanza su máximo crecimiento y diferenciación, hasta llegar a la cúspide del climaterio respiratorio o madurez total, iniciándose posteriormente la senescencia del mismo. Denisen (1987) describe la madurez como la calidad de maduración de los frutos; mientras que la maduración, es el estado de completa madurez anterior al inicio de descomposición.

El proceso de maduración involucra: el cambio de materiales pécticos que cementan las paredes celulares; un incremento respiratorio que alcanza un máximo coincidente a lo que se le conoce como estado climatérico; y la elaboración de pectinasas que ablandan y finalmente rompen las paredes celulares. En muchas ocasiones se ha demostrado que la pérdida de rigidez del fruto se debe a la hidrólisis de celulosa, así como hemicelulosas y pectinas. También ocurre una desaparición o pérdida de taninos y clorofila, y en su lugar se sintetizan varios pigmentos como antocianinas o carotenoides, por lo que el fruto pasa de color verde a amarillo o rojo. Igualmente, los ácidos y el almidón por medio de hidrólisis se convierten en azúcares y ácidos orgánicos de bajo peso molecular, y se presenta un aumento en la concentración de sustancias volátiles que confieren al fruto su aroma característico. Estos cambios son inducidos por el etileno que es producido por el mismo fruto (Cordova, 1975; Rojas, 1978; Bidwell, 1979).

Típicamente, el climaterio respiratorio consiste en una disminución gradual de la tasa respiratoria hasta presentarse un súbito e intenso incremento justo al llegar a la madurez, después de lo cual, la tasa respiratoria cae de nuevo conforme el fruto se torna senescente. Por lo general, el climaterio se

acompaña de un breve pero intenso aumento en la producción de etileno, además, tal proceso alcanza su punto máximo si el fruto permanece o no unido a la planta (Cordova, 1975; Rojas, 1978; Bidwell, 1979).

En las variedades de chile picante, la coloración del fruto en estado maduro es generalmente roja oscura, debido a la presencia de carotenoides, que son enlaces químicos de estructura variable y de color amarillo, rojo-naranja o rojo. En cuanto a la estructura, se dividen en carotenos (hidrocarburos) y xantofilas (alcoholes, aldehídos y ácidos), capsantina y capsorubina, son los carotenoides que dan al fruto su color rojo, y están presentes en una cantidad diez veces mayor comparados con los pigmentos amarillos, los cuales, no influyen en la formación de color (Somos, 1984).

En la madurez total, desaparece la clorofila y simultáneamente, cesa la asimilación de dióxido de carbono, lo que conduce a un incremento imprevisto en la cantidad de pigmentos.

Maduración de la Semilla

Durante el período de maduración de la semilla, el cigoto se transforma en embrión – que se divide en cotiledones, epicotilo, hipocotilo y radícula – y el endospermo proporciona los nutrientes necesarios para su desarrollo (Wilson y Loomis, 1980).

El desarrollo del óvulo o semilla está comúnmente ligado a la placenta por el funículo – por donde son absorbidos el agua y nutrientes- que al madurar y desprenderse, deja una cicatriz llamada hilio. Por otro lado, la cubierta de la semilla se origina de los integumentos ya maduros, y el punto donde se encuentran éstos con el ápice celular da lugar al micrópilo. Además, entre la calaza y el hilio de la mayoría de las especies se forma el rafe (Copeland y McDonald, 1985).

Durante las etapas de embriogenesis disminuye el flujo vascular de la planta madre a la semilla, de manera que el embrión experimenta un estrés de agua, la semilla empieza a perder agua y se presenta un incremento gradual de peso seco durante la maduración, propiciándose una continua disminución del contenido relativo de agua en la semilla, lo cual se acentúa al cortarse finalmente la conexión vascular por la abscisión del fruto, ya que los embriones de la mayoría de las especies se desecan rápidamente hasta un contenido de agua de diez por ciento. Todo esto, da lugar a que la cubierta de la semilla se deshidrate, engrose, esclarifique y tome cierta coloración café o de otro tono resultando en la semilla madura. Además la tasa máxima de acumulación de peso seco coincide con un pronunciado pico de actividad respiratoria (Chlan y Dure, 1983; Copeland y McDonald, 1985), lo cual se relaciona con lo señalado por Copeland y McDonal (1985), quienes definen la madurez fisiológica como el punto donde la semilla alcanza el máximo peso seco, vigor y viabilidad. Aunque en Chile, esto puede variar con la especie, tipo y variedad en relación con diversos factores.

Calidad de la 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 la semilla comprende varios atributos o características de la misma como pureza varietal, viabilidad, vigor, daño mecánico, libre de enfermedades, tamaño y apariencia. Mientras que, en un lote de semilla, las características de calidad incluyen contenido de humedad, potencial de almacenamiento, incidencia de contaminantes – malezas, semilla de otros

cultivos y materia inerte -, uniformidad del lote y potencial de su comportamiento (Delouche, 1986).

Este mismo autor, señala que los atributos anteriores pueden ser agrupados dentro de cuatro componentes: factores GENÉTICOS, principalmente pureza varietal; factores FÍSICOS, que incluye los tradicionales componentes de pureza hasta la incidencia y severidad de daño mecánico y tamaño de semilla; factores PATOLÓGICOS, donde se considera el tipo de incidencia de enfermedades transmitidas por semilla; y factores FISIOLÓGICOS, que es la germinación y vigor (Delouche, 1985), todos los componentes son de importancia durante la producción de semilla.

Específicamente la calidad es resultado de la expresión de factores propios del genoma de la semilla y de su interacción con los factores ambientales que la rodean durante su desarrollo, cosecha y almacenamiento (Copeland y McDonald, 1985; Valadez, 1991).

La calidad fisiológica se ha evaluado mediante la capacidad germinativa de la semilla; sin embargo, el concepto de vigor hoy en día ésta tomando mayor relevancia, ya que la prueba de germinación rara vez es capaz de predecir el desempeño de las semillas en campo (Burbano, 1991).

Para determinar la calidad fisiológica se ha establecido además de la prueba de germinación, diversas pruebas de vigor (Copeland y McDonald, 1985; Burbano, 1991) las cuales se pueden agrupar en pruebas de crecimiento, pruebas de estrés, y pruebas bioquímicas y fisiológicas.

La calidad de la semilla está determinada por factores como la constitución genética, condiciones climáticas durante su producción en campo, madurez al momento de la cosecha, tamaño y peso de la semilla, daño mecánico, patógenos y deterioro y longevidad durante el almacenamiento;

además el vigor está influenciado por el nivel nutricional de la planta madre (Copeland y McDonald, 1985; Moreira y Nakagawa, 1988).

Fertilización y Calidad de la Semilla

Para obtener buenos rendimientos, es necesario aplicar fertilizantes (Silva *et al.*, 1971). También es importante que exista un adecuado balance entre nitrógeno y fósforo, el cual debe ser en una proporción de 1:2 respectivamente (Raymond, 1985 y Hawthorn, 1982).

Es de suma importancia que se aplique suficiente fósforo, ya que juega un papel trascendental en la producción de semilla (Hawthorn, 1982).

Es difícil determinar la fórmula que se debe aplicar, debido a que ningún lote es similar a otro, e inclusive dentro de un mismo lote. Sin embargo, con dosis bajas de fertilización (50-52-50 kg ha^{-1} de N.P.K) se incrementó el rendimiento de semilla total, por planta y por fruto, pero en el vigor de la semilla no se manifestó diferencia (Silva *et al.*, 1971).

Hernández *et al.* (1995) al realizar una investigación sobre la influencia de la fertilización en la calidad de semilla de cebolla, probaron 15 dosis de fertilización (NPK) y encontraron un efecto positivo a dosis de 153- 121-26 de NPK, la cual presentó valores mayores al 80 % de emergencia, por lo que la semilla se clasificó como de buen vigor.

Madurez del Fruto y Calidad de Semilla en Chile

Somos (1984) menciona que sólo los frutos biológicamente maduros pueden utilizarse para obtener semilla, ya que ésta tiene una mayor calidad. Además, las semillas de frutos semimaduros 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.

Estudios realizados en diferentes tipos y cultivares de chile han coincidido que los mayores porcentajes de germinación – 97 a 98 % – se obtienen en frutos cosechados de los 50 a 55 días después de la floración, lo cual coincidió con la pigmentación roja del fruto (Lysenko y Butkevich, 1981; Montovani *et al.*, 1981; Dharmatti y Kulkarni, 1989). Así mismo, en chile Tabasco, Edwards y Sundstrom (1987) encontraron una mayor germinación – 81 % – en semillas extraídas de frutos rojos cosechados a los 150 días después del transplante. Mientras que, en chile Jalapeño, Segovia y Luján (1991) tuvieron los mejores valores de germinación en frutos rojos secos y rojos frescos con un 94 y 91 % respectivamente.

Sin embargo en chile ancho, Retes (1974) reportó que la semilla de frutos rojos y pintos al momento de cosecha, presentó una germinación similar, con valores de 65 y 64 por ciento respectivamente. Así mismo, Karolini y Slawinska (1982) al evaluar varias líneas de chile encontraron que cuando los frutos maduraron en la planta, no fue necesario el enrojecimiento total en ciertos genotipos.

Asimismo, Quagliotti (1977) encontró que la mejor etapa para cosechar los frutos fue en madurez comercial o pigmentación parcialmente amarilla o roja, en la cual, se tuvo una mayor producción de semillas viables por planta y un mayor número y peso de semillas por fruto.

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 sin afectar su calidad (Doijobe, 1990). Por su parte, Bustamante y Martínez (1991) en Chile Bell o Morrón reportaron que el mejor grado de madurez para calidad física y capacidad de germinación fue el rojo; mientras que para vigor, el verde fue mejor.

Germinación de la Semilla

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). Asimismo desde el punto de vista morfológico es la reanudación del crecimiento activo del embrión, lo cual 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 ensayo de semillas, la germinación es la emergencia y desarrollo a partir del 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; coleoptilo (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.

Otra definición de germinación incluyen los cambios tanto físicos como fisiológicos, y que dan como resultado la iniciación del crecimiento y

movilización de las sustancias de reserva dentro de la semilla que son utilizados por el embrión para su crecimiento y desarrollo.

Mayer y Poljakoff-Mayber (1982) definieron la germinación como la serie de procesos consecutivos que causan que una semilla quiescente y con un bajo contenido de agua, muestre un incremento en su actividad general metabólica e inicie la formación de una plántula proveniente del embrión, al ponerse en condiciones favorables de humedad y temperatura.

De igual forma, establecen que no existe regla general respecto a que parte del embrión atraviesa primero la cubierta seminal. En la mayoría de las semillas es la radícula, por lo que la germinación es frecuentemente evaluada por la presencia de raíz.

Según Ruiz *et al.* (1962) la germinación termina en el momento en que la planta nueva provista de clorofila y de los órganos necesarios, es autosuficiente.

Requerimientos para la Germinación

Pollock y Toole (1962) mencionan que las condiciones requeridas para la germinación son: la expresión de la herencia de la semilla influida por el medio ambiente durante la formación, madurez y germinación de la misma. De acuerdo a estos autores, la iniciación de la germinación requiere que se llenen tres condiciones:

Primera: la semilla debe ser viable, esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.

Segunda: La semilla no debe estar en latencia ni el embrión quiescente. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan latencia ni barreras químicas para la germinación

Tercera: La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz. Debido a las complejas interacciones entre el ambiente y condiciones específicas de latencia, dichas exigencias pueden variar con el tiempo y los métodos de manejo de las semillas. De manera más detallada, Ruiz *et al.* (1962) consideran que existen dos clases de condiciones para que una semilla germine y de origen una nueva planta: las intrínsecas y las extrínsecas.

Condiciones Intrínsecas

Que la semilla se encuentre constituida normalmente. Las sustancias acumuladas en el endospermo o en los cotiledones sirven al embrión durante su germinación y en ocasiones es insuficiente la proporción en la que se encuentran.

Que la semilla esté madura. Cuando la semilla no se encuentra completamente madura, el embrión tampoco lo está; generalmente la madurez de las semillas se alcanza a su punto de máximo peso seco, coincidiendo con la madurez del fruto, aunque con muchas excepciones; siendo en este momento cuando tiene su más alta capacidad germinativa.

Ausencia de latencia. Que la semilla haya perdido algún tipo de latencia que pudiera presentar al momento de su recolección, es decir, que haya tenido un periodo de postmaduración, para que de haber presentado latencia, ésta haya desaparecido en forma natural.

Condiciones Extrínsecas

Humedad. Cuando el protoplasma entra en actividad debe contener suficiente proporción de este líquido; también es importante en la disolución de las

sustancias de reserva y el transporte de las mismas. De igual forma actúa en el desarrollo de las reacciones químicas que se realizan en el proceso de la germinación, además de reblandecer, hinchar y romper la cubierta de la semilla.

Temperatura. Cada especie tiene una temperatura óptima para su germinación, lo que se confirma en el tipo de clima al que pertenecen; siendo generalmente entre 20 y 30 °C la temperatura más conveniente durante la germinación; sin embargo, regímenes muy altos (40°C) o muy bajos (menos de 5°C) obstaculizan el desarrollo del embrión.

Aire. Por medio del oxígeno se efectúan las oxidaciones de las sustancias orgánicas, fuente de energía durante el desarrollo del embrión, debido al incremento en la respiración durante la germinación. El requerimiento de gases para la mayoría de las especies, es el encontrado en la concentración normal del aire.

Luz. Aunque la mayoría de las especies germinan en ausencia de luz, en algunas es un requerimiento indispensable.

Otros factores que afectan la germinación de la semilla y el desarrollo de la plántula son: especie, variedad, madurez de la semilla y el medio ambiente. Asimismo, existen factores como características de los tegumentos, factores químicos exógenos y endógenos, así como la viabilidad de la misma.

Eventos Durante la Germinación

El proceso de germinación presenta en secuencia las etapas de imbibición, 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 éste.

De acuerdo Copeland y McDonald (1985), 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:

Imbibición

La imbibición es el primer evento que ocurre durante la germinación, la cual consiste en la absorción de agua por la semilla. La composición de la semilla, la permeabilidad de la cubierta y la disponibilidad de agua, son factores que determinan e influyen en la extensión de la imbibición.

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 activación 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 traslocadas 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.

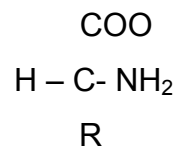
Elongación de la Radícula

La emergencia de la radícula es lo que 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.

Los aminoácidos como nutrientes de las plantas

Los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas, macromoléculas complejas que en las plantas desarrollan funciones estructurales (como componentes de las paredes celulares), enzimas (muchos procesos bioquímicos están catalizados por proteínas) y hormonales.

Se caracterizan por tener en su molécula un grupo amino (-NH₂) y grupo ácido (-COOH) unidos a un mismo carbono, denominado carbono alfa. A este carbono se encuentran unidos también un átomo de hidrogeno y un radical que es el que diferencia a los distintos aminoácidos.



En función de la posición que ocupen en el espacio, los 4 grupos unidos al carbono alfa se distinguen dos tipos de isómeros denominados dextrógiros (D) y levógiros (L). Los aminoácidos que forman las proteínas, denominados aminoácidos proteicos, y la mayoría de los que se encuentran en la naturaleza, son siempre de la forma L (Corpmisti, 2004).

Función de los aminoácidos en las plantas

Entre las funciones específicas de cada aminoácido en la planta, se puede señalar (Corpmisti, 2004) las siguientes:

Alanina: potencia la síntesis de clorofila, traduciéndose en un mayor potencial de trabajo fotosintético, además de un mejoramiento cualitativo y cuantitativo de la producción.

Arginina: Tiene una acción rejuvenecedora en la planta, estimulando el crecimiento de las raíces, contribuye en la síntesis de clorofila, y como aminoácido libre es fuente de reserva de nitrógeno.

Ácido aspártico: interviene en numerosos procesos metabólicos de la planta, además de ser fuente de nitrógeno para la planta.

Fenilalanina: Su liberación influye en el ritmo de formación de compuestos humificados.

Glicina: Es el principal aminoácido con acción quelante, favorece la creación de nuevos brotes y hojas, además de intervenir en los mecanismos de resistencia frente a diversos stress medioambientales.

Lisina: Potencia la síntesis de clorofila, además de actuar en situaciones de estrés medioambiental.

Metionina: Es el precursor del etileno.

Prolina: Posee un papel fundamental en el equilibrio hídrico de la planta. Mantiene el trabajo fotosintético en condiciones severas, acumulándose en forma considerable en situaciones de baja temperatura, falta de agua y exceso

de sales. Aumenta el porcentaje de germinación del grano de polen, sobre todo bajo condiciones subóptimas de temperatura, en forma libre es una fuente de carbono y nitrógeno para la planta.

Serina: Interviene en los mecanismos de resistencia de la planta ante situaciones adversas.

Valina: Interviene en mecanismos de resistencia de la planta frente a un estrés.

Absorción y transporte de aminoácidos en la planta

Los productos que contienen aminoácidos en su formulación son absorbidos en primera instancia a través de los estomas y de otras aberturas de la epidermis de las plantas, pasando desde allí al torrente circulatorio, desde el cual entrarían con un mínimo gasto de energía a formar parte de los diversos componentes de la planta. Estos compuestos serían, por lo tanto, directamente asimilables por la planta, ya que su absorción no depende de la función clorofílica (Corpmisti, 2004).

Estos compuestos muestran diferentes patrones en sus movimientos. La arginina y sus productos metabólicos tienden a acumularse en el xilema y ser translocados ascendentemente por el xilema. Por el contrario, la prolina y sus productos metabólicos tienden a acumularse en el floema y ser translocados por el mismo en forma ascendente.

Los compuestos aminoácidos son metabolizados de solubles a insolubles durante la translocación y en los brotes nuevos, sin embargo, hay diferencias significativas en el alcance de la conversión metabólica durante la translocación. La prolina es fuertemente metabolizada, la arginina y aspargina son medianamente metabolizadas y el ácido aspartico no es completamente metabolizado (Corpmisti, 2004).

Los compuestos aminoácidos son metabolizados a compuestos solubles e insolubles durante la translocación lateral y ascendente. La conversión metabólica durante la translocación significa que los compuestos aminoácidos son tomados por células vivas y liberados después de la conversión a distintos compuestos aminoácidos.

Los factores que determinan mayormente el alcance de la toma de solutos podrían ser las interacciones iónicas entre los sitios de captación, de células vivas y los solutos, el pH de la solución y la selectividad base de membranas en las vías de translocación (Corpmisti, 2004).

Latencia en Semillas

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

Come (1981) por su parte afirma que la latencia puede ser considerada como la incapacidad de la semilla para germinar bajo condiciones normales de imbibición, temperatura y oxigenación. De esta manera, la latencia en semillas es frecuentemente definida como un estado de suspensión o una reducción considerable de la actividad fisiológica; generalmente, este es un periodo transitorio, el cual puede ser relativamente largo, pudiendo ocurrir cambios metabólicos a medida que va disminuyendo la latencia. Sin embargo, el concepto más usual es considerar a la latencia como un período de suspensión del crecimiento durante el cual el desarrollo fisiológico y la diferenciación pueden ocurrir lentamente.

Moreno (1984) y Hartmann y Kester (1986) señalan que una semilla latente es aquella cuya germinación es impedida por mecanismos propios internos, y como semilla con letargo es aquella capaz de germinar de inmediato cuando se le expone a condiciones ambientales adecuadas.

Mientras que Baskin y Baskin (1985) consideran que la latencia es una adaptación a condiciones medioambientales desfavorables, lo cual es una característica de muchas especies vegetales. Siendo esta una ventaja para que la semilla pueda evadir condiciones adversas tales como: heladas, sequías prolongadas, plagas, inundaciones, fuegos no controlados, enfermedades, etc.

Por su parte Bernal (1976) menciona que una ventaja más de la semilla latente, el bloqueo de la viviparidad, es decir la semilla no germinará en el campo, aún cuando se le presenten condiciones favorables, principalmente de humedad, lo cual evita la germinación prematura antes de la cosecha.

Sin embargo, se tienen determinadas algunas desventajas de la latencia en semillas, principalmente en aquellas destinadas para la siembra, principalmente por desconocimiento de la calidad fisiológica de la semilla, puesto que al desarrollarse pruebas de germinación no se obtiene el porcentaje verdadero de plántulas normales en lotes de semillas (Amen, 1968).

La desventaja fundamental de una semilla latente radica en la interferencia con el establecimiento del cultivo al dificultarse la programación de siembras, lo cual ocasiona, en caso de haberse sembrado semilla latente, la necesidad de realizar resiembras para uniformizar el establecimiento (Bernal, 1976).

Clasificación de Latencia

Existen diferentes clasificaciones de latencia que se han dado a través del tiempo, las cuales varían en el enfoque aplicado para dicha clasificación.

Así tenemos, en el caso de Harper (1957) quien clasificó a la latencia en semillas como *innata*, *impuesta* e *inducida*. De éstas, la innata es cuando la semilla no germina aún bajo condiciones adecuadas; la impuesta la describe como una prevención de la germinación de la semilla en un ambiente desfavorable; y la latencia inducida aquella que nunca tuvieron latencia innata.

Asimismo Vegis (1956) consideró la latencia como innata, coincidiendo en la definición propuesta de Harper (1957), quien además menciona que los cambios bioquímicos hasta ahora definidos en semillas indican que ellas van de un estado de latencia innata a la no latencia, lo cual se conoce como maduración tardía. Sin embargo, las semillas no pueden cambiar bruscamente de la latencia a la no latencia cuando la maduración tardía ocurre; por lo que ellas pasan a través de una etapa conocida como latencia condicional, durante la cual ellas germinan solo bajo un limitado rango de condiciones medioambientales.

Por otra parte, Karssen (1981), Khan (1981), Bewley (1980), y Copeland y McDonald (1985), coinciden en clasificar la latencia de semillas como *primaria* y *secundaria*.

La primera se refiere a la latencia exhibida a la madurez de la semilla que aún está sobre la planta madre y generalmente se asocia a la dureza de la cubierta de la semilla, impermeabilidad a gases, agua y a la presencia de

inhibidores ; cuando se debe a propiedades de la cubierta, la clasifican como latencia primaria exógena y cuando se presenta a causa del embrión, latencia primaria endógena. La latencia secundaria se considera cuando las semillas que están no latentes a la madurez y semillas latentes que presentan madurez tardía pueden ser inducidas hacia la latencia bajo ciertas condiciones (por ejemplo: ausencia de luz, altas y bajas temperaturas, baja presión de oxígeno y alta presión de bióxido de carbono).

No obstante, a la diversidad de clasificaciones de latencia, está clasificada de acuerdo a la forma o mecanismos que la origina (Delouche, 1964; Mayer y Poljakoff, 1975; Jiménez, 1984; Bradbeer, 1988; Ramirez *et al.*, 1988 y Hartmann *et al.*, 1990). Por lo tanto, los tipos de latencia mencionados son los siguientes:

Testas impermeables: La presentan aquellas semillas que tienen capas exteriores, las cuales no permiten la penetración del agua a su interior, probablemente debido a la presencia de sustancias hidrofóbicas en la semilla. A estas generalmente se les conoce como semillas duras, siendo una característica principal de las familias *Leguminosae*, *Malvaceae*, *Convolvulaceae* y muchas otras semillas de árboles y arbustos. Cabe hacer notar que el embrión no está latente en esta situación.

Impermeabilidad al aire: En este tipo de semillas el embrión no se encuentra latente, su falta de germinación se debe a la imposibilidad de las membranas de pericarpio, cubierta o paredes celulares para el intercambio gaseoso. Es considerado como el mecanismo principal de latencia en semillas de algunas gramíneas y algunas compuestas.

Requisitos de luz (semillas fotoblasticas): Se da en aquellas semillas que requieren luz para la germinación, ya sea en intensidad, duración y calidad

específica, particularmente cuando son recién cosechadas. Aquí encontramos a muchas plantas del desierto, malezas y algunos zacates.

Latencia mecánica: Es aquella que presentan semillas cuyas cubiertas son demasiado gruesas y no permiten la expansión del embrión durante el proceso de germinación. Este tipo de latencia es menos frecuente, sin embargo, la podemos encontrar en nogal, durazno y chabacano.

Latencia morfológica: Este tipo de latencia puede ser debida a la presencia de un embrión rudimentario, cuando éste apenas es un proembrión que no alcanzó a desarrollarse y no presenta estructuras bien definidas; o bien, a la presencia de un embrión inmaduro, el cual podemos encontrar en forma de torpedo y no llena la cavidad de la semilla totalmente. En el primer caso, es común encontrarla en especies ornamentales como *Anemona*, *Ranunculos*, *Poppy* y *Gin seng*; mientras que en el segundo caso, la localizamos en zanahoria, anona, Rododendro, Orquídeas, Palma y Actinidia, entre otras.

Latencia del embrión: Este es un tipo de latencia complicado, puesto que el embrión mismo es el latente, y generalmente es ocasionado por inhibidores químicos que afectan al embrión totalmente o únicamente partes de él (epicotilo, hipocotilo, radícula). Se observa como característica de muchos árboles y arbustos ornamentales de zona templada, algunas variedades de vegetales y en la mayoría de los pastos.

Combinación de dos o más tipos de latencia: Algunas semillas tienen tipos de latencia muy complicados donde involucran tanto a la cubierta como al embrión.

En este caso, se procede primero a romper la cubierta y posteriormente a estimular el crecimiento del embrión. Es común encontrarla en semillas de árboles y arbustos de áreas con inviernos fríos.

Tratamientos para romper latencia

De acuerdo a la International Seed Testing Association ISTA (1996) los tratamientos para promover la germinación en semillas con latencia fisiológica son los siguientes:

Almacenamiento en seco

Este es utilizado en especies en donde la latencia es de corta duración; para la cual solo se requiere que la semilla sea almacenada en un lugar seco por un período corto, para que la latencia puede ser superada en forma natural.

Preenfriamiento

Las semillas que van a someterse a germinación se colocan en contacto con un sustrato húmedo, para situarse a una temperatura baja por un período previo antes de ser cambiadas a una temperatura óptima para germinación.

Las semillas agrícolas de hortalizas y flores son comúnmente mantenidas a temperaturas de entre 5-10° C por un período inicial de más de 7 días. En algunos casos se puede requerir aumentar el período de preenfriamiento de acuerdo al comportamiento de la semilla.

Pre calentamiento ó presecado

Las semillas que van a ponerse a germinar son secadas a una temperatura que no debe exceder de 30-35° C, con aire circulante por un periodo de mas de 7 días antes de ser colocadas en condiciones óptimas de

germinación. En algunos casos puede ser necesario extender el período de presecado en la semilla.

Para ciertas especies tropicales y subtropicales, deben ser usadas temperaturas de precalentamiento de entre 40- 45° C (Por ejemplo, *Arachis hypogea*: 40° C; *Oryza sativa*: 50° C).

Luz

Las semillas en ensayo de germinación a temperaturas alternas, deberán ser iluminadas como mínimo 8 h en ciclos de cada 24 h y durante el periodo de alta temperatura. La intensidad de la luz debe ser de aproximadamente 750-1250 lux de lámparas de luz blanca. Se recomienda especialmente la iluminación para ciertos pastos tropicales y subtropicales (por ejemplo, *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon*).

Tratamientos con promotores de germinación

Los promotores de germinación mas comúnmente usados son: el ácido giberelico, ácido abscísico, citocininas, etileno, hipoclorito de sodio, nitrato de potasio y cloroformo.

Giberelinas

Weaver (1975) afirma que las giberelinas forman parte del equipo regulador del desarrollo de plantas superiores. Se han identificado diversos compuestos del mismo tipo general que se designan con el nombre genérico de giberelinas y se denominan trivialmente AG₁, AG₂, AG₃, y así sucesivamente, hasta los últimos descubrimientos, el ácido giberelico es el AG₁. Ninguna planta tiene todas las giberelinas, pero en gimno o angiosperma tiene una o varias de ellas. Esta hormona es un compuesto que tiene un esqueleto de gibane y estimula la división o prolongación celular o ambas cosas, las giberelinas

pueden provocar un aumento sorprendente de la prolongación de las brotes en muchas especies que resultan particularmente notable cuando se aplican a ciertos mutantes enanos.

Rojas y Ramírez (1987) señalan que el ácido giberelico tiene un efecto típico y consiste en inducir la síntesis de amilasa en las semillas en germinación, posibilitando que el almidón pase a glucosa para ser respirada y liberar la energía necesaria para el desarrollo del embrión. Esta inducción se efectúa activando un precursor inactivo del RNA mensajero. El AG es quizá la única hormona que interacciona con el fitocromo, el receptor que “dice” a la planta las horas de luz diarias que recibe y que hace que las plantas se ajusten a su fotoperíodo para florecer.

Tratamientos con giberelinas

Gravina (1989) realizó un estudio en el cual evaluó efecto de estimulantes químicos en el porcentaje y velocidad de germinación en mandarina Reina. Lotes de 10 especies de semillas se trataron con cinco productos en los que se incluyó AG₃ quien adelantó la germinación, pero en el porcentaje final no presentó diferencias significativas, ni con el testigo ni con los otros tratamientos.

Moncivais y Martínez (1990) reportan que en una evaluación en donde probaron seis niveles de AG₃ (0, 100, 200, 500, 1000 y 2000 ppm) adicionados durante el acondicionamiento osmótico (AO) a -8.6 bar (240 g/L PEG 6000, 15 °C) durante 10 días, así como un testigo (semilla sin tratar); en los resultados se observó que con temperaturas subóptimas bajo condiciones controladas se manifestó efecto positivo de AO con el uso del AG₃, en tanto que bajo temperaturas óptimas controladas el efecto se minimizó; mientras que en el campo, donde las temperaturas son fluctuantes, hubo signos positivos de

respuesta, siendo 1000 ppm de AG_3 la que tuvo mejor respuesta de germinación en laboratorio.

Arredondo (1991) al realizar un experimento sobre osmocondicionamiento con soluciones de magnesio, cromo y ácido giberélico sobre la germinación de la semilla de chile serrano, encontraron que el efecto del AG_3 en las soluciones osmóticas de $MgSO_4$, $MgCl_2$ y CrO_3 ; así como para el testigo la germinación, longitud de la radícula y de la plúmula tuvieron efectos negativos.

Asimismo, el efecto del AG_3 en las combinaciones mostró resultados negativos para el $MgCl_2$ (-0.3 MPa) CrO_3 (-1.5 MPa), no obstante es inferior a los resultados del testigo.

Nitrato de potasio

El uso de soluciones nitradas ha sido efectivo para incrementar el porcentaje de germinación de semillas de muchas plantas solanáceas, tanto cultivadas como silvestres, de los géneros *Capsicum*, *Lycopersicum*, *Physalis* y *Solanum* (Steinbauer, 1957).

Los nitratos han sido conocidos por mucho tiempo como potentes agentes de la germinación, particularmente durante la post-maduración y en semillas sensitivas a la luz, pero plantea la incógnita de si estos actúan en el embrión o modifican la testa, y si son o no metabolizados junto con la semilla (Koller *et al.*, 1961).

El nitrato de potasio (KNO_3) es el producto químico más ampliamente utilizado para promover la germinación de semillas. Las soluciones de 0.1 a 0.2% de KNO_3 son comunes en la rutina de pruebas de germinación y son recomendadas por la (AOSA, 1993) e (ISTA, 1993) para las pruebas de germinación de muchas especies.

Las semillas pequeñas generalmente se prueban colocándolas en papel filtro humedecido y algunas mas grandes en papel o arena húmeda. Estos sustratos se humedecen con agua de buena calidad o agua desionizada. Para superar la latencia se usa una solución de 0.2% de nitrato de potasio en la humectación inicial.

Clarke y Stevenson (1943) probaron el uso de soluciones acuosas de nitrato de potasio, e indicaron que su uso no fue efectivo para producir incremento significativo en el porcentaje o velocidad de germinación, tanto en suelo como en cajas Petri a temperaturas de 20 a 30 °C en semillas de papa.

El nitrato de potasio puede remplazar el requerimiento o reforzar el efecto de otros agentes promotores de germinación, tales como la luz y particularmente los regímenes de temperatura en un gran numero de especies (Roberts, 1972).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del sitio Experimental

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Material genético utilizado

Se utilizó semilla fresca de chile ancho, procedente de frutos producidos en invernadero a los cuales durante su desarrollo se les aplicó dos tratamientos: 1) Fertilización 200-100-100 de NPK + MEGAFOL (Aminoácido) y 2) Fertilización 200 - 100 – 100 de NPK, cosechados en dos grados de madurez : rojo y verde.

Productos utilizados

MEGAFOL (Aminoácido).

Nitrato de potasio.

Ácido giberelico (GA₃).

Hipoclorito de sodio.

MEGAFOL

Bioestimulante foliar a base de aminoácidos de origen vegetal. Estimula el desarrollo vegetativo de los cultivos, favorece la superación rápida del atraso del crecimiento vegetativo causado por heladas, asfixia radical, granizadas y

cualquier situación de estrés provocada a la planta. Formulado para cultivos hortícolas en invernadero, desde Postransplante cada 10-15 días. A dosis de 150 – 200 ml / 100 L de agua.

Composición del MEGAFOL

Cuadro 3.1. Composición del MEGAFOL.

Compuesto	p/p (%)	p/v (%)
Aminoácidos	28.0	35.0
Nitrógeno total	4.5	5.6
Carbono orgánico	15.0	18.7
Potasio en forma asimilable (K ₂ O)	2.0	2.5

Nitrato de potasio

Cuadro 3.2. Composición del Nitrato de potasio.

Compuesto	Porcentaje
cloruros	0.0002%
Nitritos	Pasa la prueba
Fosfatos (PO ₄)	0.0005%
Sulfatos (SO ₄)	0.003%
Calcio, magnesio y precipitado de P ₂ O ₃	0.01%
Metales pesados (como Pb)	0.0005%
Hierro (Fe)	0.0003%
Sodio (Na)	0.005%

Descripción de los tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación de productos como Ácido giberelico (AG_3) 100 ppm; Nitrato de potasio (KNO_3) 0.2 %; Hipoclorito de Sodio 1 % y Prehumedecimiento con agua esterilizada (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Tratamientos evaluados en semilla de chile ancho.

Tratamiento	Descripción
T1	Semilla sin tratar.
T2	Prehumedecimiento con AG_3 5 h.
T3	Prehumedecimiento con agua desionizada 5 h.
T4	Prehumedecimiento con Hipoclorito de sodio al 1% 5 min.
T5	Prehumedecimiento con Nitrato de Potasio 0.2% 5 h.

Establecimiento y conducción del experimento

Para iniciar la prueba primeramente se esterilizó el papel filtro, se usó agua esterilizada con la finalidad de evitar cualquier contaminación del medio ambiente y cajas Petri estériles. Posteriormente se prepararon las cajas colocándoles doble papel para germinar humedecido con agua esterilizada, por otra parte se preparó la cámara, se calibró a temperatura alterna de 20 y 30° C.

Se hicieron las concentraciones de los productos AG_3 , KNO_3 , e Hipoclorito de Sodio.

Después de preparados los tratamientos a cada vaso de precipitado se le agregó la semilla, la cual estuvo en imbibición durante 5 h para los tratamientos 2, 3, y 5, para el tratamiento 4 la semilla estuvo solamente 5 min en imbibición.

Después de transcurrido el tiempo de imbibición se procedió a sembrar. La semilla se depositó en cajas Petri provistas de papel filtro humedecido. Se colocaron 25 semillas en cada caja con cuatro repeticiones por tratamiento.

Al tratamiento T1 solo se le adicionó agua esterilizada para humedecer el papel filtro.

Una vez aplicados los tratamientos correspondientes, las cajas Petri se colocaron en una germinadora a una temperatura de 20 ° y 30 ° C, con 8 h luz y 16 h de oscuridad por 14 días.

Después de colocar las cajas Petri con previa identificación, diariamente se inspeccionaron las cajas con la finalidad de proporcionar humedad en caso de requerirlo, de igual manera observar el buen funcionamiento de la cámara germinadora en cuanto a temperaturas adecuadas.

Siete días después de la siembra, se realizó el primer conteo de semillas germinadas, así como, la clasificación de plántulas en normales, anormales y muertas.

El segundo conteo y último se realizó a los 14 días de igual manera, realizando la clasificación de plántulas como en el primer conteo.

Parámetros evaluados

Germinación Estándar

Para determinar la capacidad de germinación se realizó la prueba estándar de acuerdo a lo recomendado por ISTA (1996) donde se evaluó la germinación de la semilla a los 7 y 14 días y plántulas anormales.

Los resultados se expresaron en por ciento de semillas germinadas al primer y segundo conteo de germinación.

Esta variable se estimó anotando las semillas germinadas al primer conteo a los siete días después de la siembra, un segundo conteo de semillas germinadas se realizó a los catorce días de la prueba, estimando germinación normal, con la suma de germinación del primero y segundo conteo. Para determinar una semilla germinada se consideró el siguiente criterio: aquellas que reunieron las características morfológicas para manifestar una plántula normal, es decir que tenían un buen desarrollo de radícula, hipocotilo y mostraron además una velocidad y uniformidad en general en su desarrollo. Se consideraron plántulas anormales aquellas que presentaron defectos en las características anteriores para plántulas normales.

Diseño experimental

Los resultados de las variables se analizaron bajo el diseño completamente al azar con arreglo factorial, utilizándose cuatro repeticiones, donde el factor A = fertilización con y sin aminoácidos; el factor B = Grado de madurez: rojo y verde y el factor C = Tratamientos. El paquete estadístico utilizado fue el Software del MSTAT de la Universidad de Michigan Versión 2.0

Modelo estadístico

El modelo estadístico a utilizar para los resultados de cada variable fue el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + M_j + FM_{ij} + Z_k + FZ_{ik} + MZ_{jk} + FMZ_{ijk} + E_{ijk}$$

Donde:

$$i = 1, 2$$

$$j = 1, 2$$

$$k = 1, 2, 3, 4, 5$$

Y_{ijk} = Variable observada.

μ = Media general.

F_i = Efecto de la fertilización.

M_j = Efecto del grado de madurez a cosecha.

FM_{ij} = Efecto de la interacción de fertilización y madurez del fruto a cosecha.

Z_k = Efecto de los tratamientos.

FZ_{ik} = Efecto de la interacción fertilización tratamiento.

MZ_{jk} = Efecto de la interacción madurez tratamiento.

FMZ_{ijk} = Efecto de la interacción fertilización, madurez y tratamiento.

E_{ijk} = Error experimental de la fertilización, madurez del fruto y tratamientos.

Se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa para realizar la prueba de comparación de medias para aquellas fuentes de variación que resultaron ser significativas al 0.01 y 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Germinación Estándar

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza, así como su significancia para las variables de germinación de la semilla de chile ancho evaluadas a los 7 y 14 días (GS 7 y GS 14), así como el porcentaje de plántulas anormales evaluadas a los 14 días (PA 14). En dicho cuadro se observa que en la variable GS 7 se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), para las fuentes de variación: fertilización, madurez, tratamientos y en la interacción fertilización x tratamientos; mientras que para la variable GS 14, también se encontraron diferencias altamente significativas para la fertilización, madurez y tratamientos, mientras que en las interacciones de fertilización x madurez y fertilización x tratamientos fueron significativas ($p \leq 0.05$). En cambio, el porcentaje de PA 14 para las fuentes de variación fertilización, tratamientos, así como las interacciones fertilización x madurez y fertilización x tratamientos fueron altamente significativas, mientras que para madurez del fruto resultó ser significativo ($p \leq 0.05$). Los coeficientes de variación fueron de 9.71 y 6.88 para la germinación de 7 y 14 días, mientras que en plántulas anormales fue de 59.17, considerándose alto.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza y su significancia para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar en semilla de chile ancho.

F. V	G. L	Germinación		
		GS 7 (%)	GS 14 (%)	PA 14 (%)
Fertilización	1	4205.00**	1513.80**	460.60 **
Madurez	1	441.80 **	217.80**	156.91 *
Fertilización x Madurez	1	5.00	1.80 *	0.00 **
Tratamientos	4	2421.20**	668.20**	559.50**
Fertilización x Tratamientos	4	527.00	125.80 *	179.35**
Madurez x Tratamientos	4	26.80	47.80	41.28
Fertilización x Madurez x Trat.	4	75.00	45.80	35.50
Error	60	61.93	37.13	31.59
C V (%)		9.71	6.88	59.17

*, ** = Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

GS 7 = Germinación de semilla a 7 días; GS14 = Germinación de semilla a 14 días y PA 14 = Plantas anormales a 14 días.

Al realizar la comparación de medias para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar y el efecto independiente de fertilización con y sin aminoácidos (Cuadro 4.2), se observó que la semilla proveniente de plantas fertilizadas con aminoácidos presentó significativamente los mayores valores de germinación en ambos conteos, con diferencias de 14.0 % para el primer conteo a los 7 días y 9.0 % a los 14 días respectivamente; en comparación con la semilla proveniente de frutos donde la planta no recibió aplicación de aminoácidos, solo una fertilización de 200 - 100 - 100, como puede observarse en la Figura 5.1.

Moreira y Nakagawa (1998) indican que en la producción de semilla es necesario establecer dosis base de fertilización para cada especie, ya que una planta bien nutrida está en condiciones de producir más semilla con buena formación de embrión y tejido de reserva, lo cual influye en su poder germinativo y vigor de la misma.

Cuadro 4.2. Comparación de medias para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar en semilla de chile ancho.

Fertilización	Germinación		
	GS 7 (%)	GS 14 (%)	PA 14 (%)
Con aminoácidos	88 a*	93 a	7 b
Sin aminoácidos	74 b	84 b	12 a

*Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (DMS $p \leq 0.05$).

GS 7 = Germinación de semillas a los 7 días; GS 14 = Germinación de semillas a los 14 días; PA 14 = Plántulas anormales a los 14 días.

Para la variable PA 14 se observaron diferencias significativas entre medias para fertilización (con y sin aminoácidos). La diferencia fue de 5.0 %, siendo mayor en plántulas provenientes de semillas producidas en frutos que no recibieron aminoácidos, como se observa en la Figura 5.1.

Corpusti (2004) menciona que los aminoácidos intervienen en numerosos procesos metabólicos de la planta, además de ser fuente de nitrógeno para la planta e intervienen en los mecanismos de resistencia frente a diversas fuentes de estrés en el medio ambiente. Los resultados dejan ver que efectivamente, la aplicación del producto MEGAFOL (aminoácidos) a la planta, mejoró la calidad de las semillas, expresándose en un porcentaje superior y estadísticamente diferente, a las semillas provenientes de plantas sin aminoácidos.

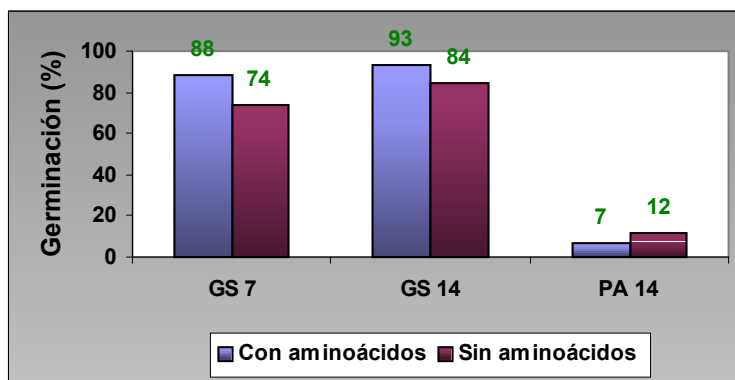


Figura 5.1. Efecto de la fertilización con y sin aminoácidos en las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar en semilla de chile ancho.

La comparación de medias para las variables evaluadas en el ensayo de germinación GS 7 , GS 14 y PA 14 (Cuadro 4.3) muestra que la semilla proveniente de frutos rojos tuvo significativamente los mayores valores con diferencias de 4.0 % para GS 7 y 3.0 % para GS 14, respectivamente en comparación con la semilla de frutos verdes, como se observa en la Figura 5.2. Esto coincide con lo reportado por Quagliotti (1977), Lysenko y Butkevich (1981), Montovani *et al* (1981), Dharmatti y Kaulkarni (1989), Edwards y Sundtrom (1987) y Spaldon y Pevna (1965) quienes encontraron mayores porcentajes de germinación en semilla de frutos cosechados totalmente rojos.

Cuadro.4.3. Comparación de medias para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar y el efecto del grado de madurez en chile ancho al corte.

Madurez	Germinación		
	GS 7 (%)	GS 14 (%)	PA 14 (%)
Rojo	83a*	90 a	8 b
Verde	79 b	87 b	11 a

*Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (DMS $p \leq 0.05$).

GS 7 = Germinación de semilla a 7 días; GS14 = Germinación de semilla a 14 días y PA 14 = Plantas anormales a 14 días.

La importancia del grado de madurez radica en que esta puede afectar la capacidad germinativa de la semilla, obteniéndose la mejor calidad y rendimiento en madurez fisiológica (rojo) (Somos, 1984; Edwards y Sundstrom, 1987).

En el mismo Cuadro 4.3 se observó en la variable PA 14 (Frutos Verdes) mayor cantidad de este tipo de plantas con diferencia de 3.0 %, en comparación con la semilla proveniente de frutos totalmente rojos, como se observa en la Figura 5.2.

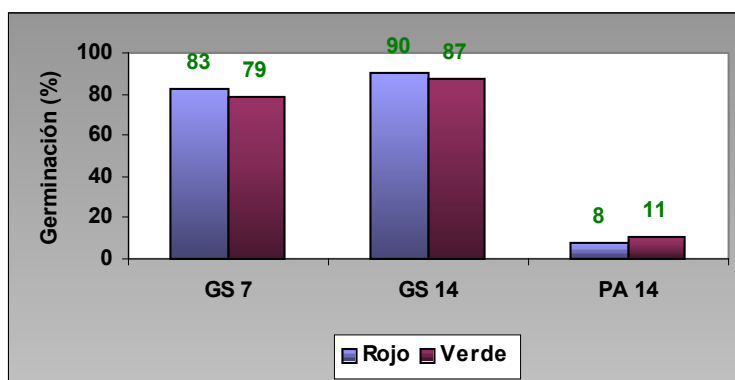


Figura 5.2. Comportamiento de las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar con relación al grado de madurez del fruto (rojo y verde) al corte.

En el Cuadro 4.4 se presenta la comparación de medias para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar considerando el efecto de la interacción fertilización x grado de madurez al corte, se observó que la semilla proveniente de plantas fertilizadas con aminoácidos presentó los valores mayores en cuanto al por ciento de germinación en ambos grados de madurez (rojo y verde) con diferencias de 8.0 – 9.0 % respectivamente, en comparación con la semilla proveniente de frutos que durante su desarrollo no recibieron fertilización con aminoácidos, como se observa en la Figura 5.3. Esto coincide con Copeland y McDonald, (1985) y Moreira y Nakagawa, (1988) quienes mencionan que la calidad de la semilla está determinada por factores como la constitución genética, condiciones climáticas durante su producción en el campo, madurez al momento de la cosecha, tamaño y peso de la semilla; además el vigor esta influenciado por el nivel nutricional de la planta madre.

Cuadro 4.4. Comparación de medias para la variables GS 14 y PA 14 en el ensayo de germinación estándar considerando el efecto de la interacción fertilización x grado de madurez al corte.

Fertilización	Madurez	Germinación	
		GS 14 (%)	PA 14 (%)
Con aminoácidos	Rojo	94 a*	6 c
	Verde	91 b	9 a
Sin aminoácidos	Rojo	86 b	11 a b
	Verde	82 b	13 a

*Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (DMS $p \leq 0.05$).

GS14 = Germinación de semilla a 14 días ; PA 14 = Plántulas anormales.

En la variable PA 14 se observó que los valores mayores se presentaron en la combinación fertilización sin aminoácidos con el grado de madurez en verde, seguido por la madurez en rojo con diferencias de 5.0 %, en comparación con la semilla proveniente de frutos que durante su desarrollo la planta recibió fertilización con aminoácidos, como se observa en la Figura. 5.3.

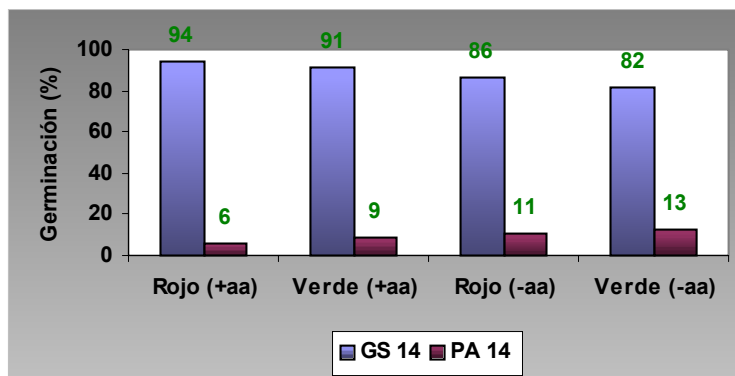


Figura. 5.3. Comportamiento de las variables GS 14 y PA 14 considerando el efecto de grado de madurez al corte y la fertilización con y sin aminoácidos.

+aa = Con aminoácidos

-aa = Sin aminoácidos

En el Cuadro 4.5 se presenta la comparación de medias por tratamiento para las variables GS 7, GS 14 y PA 14. Se observó que los tratamientos con ácido giberelico (T2) y nitrato de potasio (KNO_3) (T5) presentaron valores superiores en cuanto al por ciento de germinación en ambos conteos de evaluación (GS 7 y GS 14) comparados con el testigo (T1) que reportó los porcentajes más bajos con diferencia de 23.0 – 25.0 % para GS 7 y 15 % para GS 14, como se observa en la Figura 5.4. Esto coincide con los resultados de Moncivais y Martínez (1990) quienes reportan que en una evaluación probaron seis niveles de AG_3 , adicionados durante el acondicionamiento osmótico y observaron que con temperaturas subóptimas bajo condiciones controladas tuvo efecto positivo el uso de AG_3 , tanto en laboratorio como en campo.

Cuadro 4.5. Comparación de medias entre los tratamientos para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.

Tratamientos	Germinación		
	GS 7 (%)	GS 14 (%)	PA 14 (%)
Testigo	69 c*	80 c	18 a
AG ₃	92 a	95 a	3 c
Agua	84 b	88 b	12 b
Hipoclorito de Sodio	68 c	86 b	10 b
KNO ₃	94 a	95 a	5 c

*Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (DMS $p \leq 0.05$).

GS 7 = Germinación de semilla a 7 días; GS14 = Germinación de semilla a 14 días y PA 14 = Plantas anormales.

En otro estudio realizado por Ramos (2000) sobre los efectos de la imbibición, en ácido giberelico y KNO₃ en la germinación de semillas de chile manzano, encontró que el efecto favorable sobre la germinación se vio reflejado en el crecimiento de las plántulas a la aplicación de la hormona comercial New Gib 10%. Los autores recomiendan la aplicación de una solución de 2 g de nitrato de potasio (KNO₃) ó 3 g de New Gib (ácido giberelico) en un litro de agua para el humedecimiento inicial de la semilla de chile y así superar con mayor eficiencia la latencia de este tipo de semilla y además favorecer el crecimiento del tallo cuando se utiliza este último.

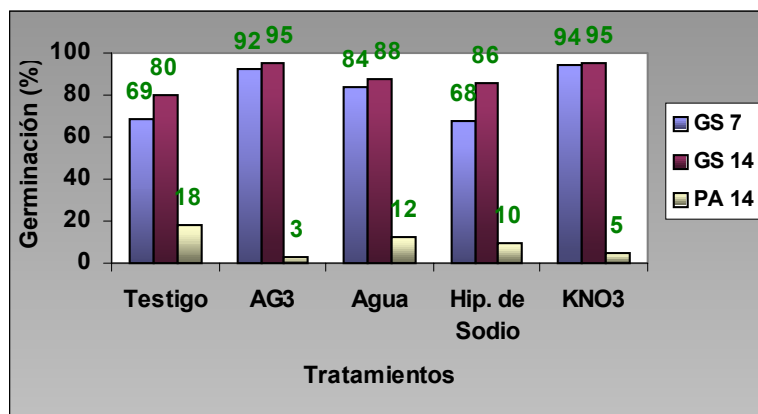


Figura 5.4. Efecto de los tratamientos en la germinación de semilla de chile ancho evaluados a los 7 y 14 días y plántulas anormales a 14 días.

Menciona Steinbauer (1957) que el uso de soluciones nitradas ha sido efectivo para incrementar la germinación de semillas de muchas plantas solanáceas, tanto cultivadas como silvestres de los géneros *Capsicum*, *Lycopersicum*, *Physalis* y *Solanum*.

El nitrato de potasio (KNO_3) es el producto químico más ampliamente utilizado para promover la germinación de semillas. Las soluciones de 0.1 a 0.2 % de KNO_3 son comunes en la rutina de pruebas de germinación y son recomendadas por la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA, 1981) y por la (ISTA, 1985) para las pruebas de germinación de muchas especies.

Respecto a la variable PA 14, se observó claramente una diferencia superior en el testigo (T1) contra los tratamientos T2 (AG_3) y el T5 (KNO_3) existiendo una diferencia de 15.0 y 13.0 %, respectivamente, como se observa en la Figura. 5.4.

En la interacción de los tratamientos con la fertilización (Cuadro 4.6) se observó una respuesta favorable con los tratamientos T2 (AG_3) y T5 (KNO_3) con la fertilización con aminoácidos, para las variables GS 7 con 95% de germinación, existiendo diferencias de 16 % para ambos tratamientos en comparación con el testigo (T1); siguiéndoles en segunda posición el tratamiento T3 (agua) presentando valores aceptables de 85 %.

Al realizar el segundo conteo (GS 14) se observó (Cuadro 4.6) que los tratamientos T2 (AG₃) y T5 (KNO₃) arrojaron los porcentajes mayores con valores de 98.0 y 96.0 % respectivamente, seguidas del tratamiento T3 (agua) y T4 (Hipoclorito de sodio), los cuales presentaron porcentajes por arriba del 90 %, existiendo diferencias de un 10 % con respecto al testigo (T1).

Para la variable PA 14 se observó que los tratamientos T2 (AG₃) y T5 (KNO₃) presentaron los valores más bajos, existiendo una diferencia de 8.0 y 6.0 % en comparación con el testigo (T1), quien presentó la mayor cantidad de plantas anormales.

Cuadro 4.6. Comparación de medias para las variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar, para la interacción fertilización x tratamientos en semilla de chile ancho.

Tratamientos	Fertilización con aminoácidos			Fertilización sin aminoácidos		
	GS 7 (%)	GS 14 (%)	PA 14 (%)	GS 7 (%)	GS 14 (%)	PA 14 (%)
Testigo	80 c*	88 cd	11 bc	59 d	72 f	26 a
AG ₃	95 a	98 a	3 f	88 ab	92 abc	4 ef
Agua	89 ab	94 abc	7 cdef	78 c	83 de	16 b
Hipoclorito de sodio	83 bc	91 bc	10 cd	52 d	81 e	9 ced
KNO ₃	95 a	96 ab	5 def	93 a	95 ab	5 def

*Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (DMS $P \leq 0.05$).

GS 7 = Germinación de semilla a 7 días; GS14 = Germinación de semilla a 14 días y PA 14 = Plántulas anormales.

Finalmente el efecto de la fertilización (sin aminoácidos) en respuesta a los tratamientos (Cuadro 4.6) muestra que en la variable GS 7, los tratamientos T2 (AG₃) y T5 (KNO₃) presentaron los mayores porcentajes de germinación, siendo el tratamiento T5 (KNO₃) el que presentó el porcentaje superior al 90 %, seguido del tratamiento T2 (AG₃) con un 88 %, existiendo

una diferencia de 34 % con el testigo (T1), que presentó conjuntamente con el tratamiento 4 los valores más bajos.

En el segundo conteo (GS 14) se observó que nuevamente los tratamientos T2 (AG_3) y T5 (KNO_3) presentaron los mayores porcentajes de germinación superiores al 90 %, con diferencias de 20 y 23 % con respecto al testigo (T1), que presentó los valores más bajos en cuanto a GS 14.

En el mismo Cuadro 4.6, en la variable PA 14 se observó que el testigo (T1) presentó la mayor cantidad de plántulas anormales que los tratamientos T2 y T5, los cuales presentaron los valores más bajos en cuanto a la presencia de estas plantas, existiendo diferencias de 22.0 y 21.0 % con el testigo (T1), respectivamente.

El efecto de la fertilización con aminoácidos y la madurez del fruto a cosecha presentaron efectos positivos sobre la calidad de la semilla, reflejándose en los porcentajes de germinación al final de la evaluación. De igual manera el efecto de los tratamientos químicos fueron mejores para romper la posible latencia que presentan estas semillas e incrementó notoriamente la germinación, encontrando porcentajes superiores al 90 %.

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis y discusión de los resultados obtenidos y con relación a los objetivos planteados, se puede concluir lo siguiente:

- ❖ La semilla proveniente de plantas fertilizadas con aminoácidos, tuvo significativamente los mayores valores de por ciento de germinación evaluada a los 7 y 14 días (GS 7 y GS 14) con porcentajes de 88 y 93 %, respectivamente.
- ❖ La semilla proveniente de frutos cosechados en rojo presentó valores superiores y significativos para por ciento de germinación en ambas evaluaciones GS 7 y GS 14 con 83 y 90 %, respectivamente.
- ❖ La interacción de la fertilización con el grado de madurez de fruto presentó valores altamente significativos para la GS 7 y GS 14 con 94 y 91 %, respectivamente.
- ❖ Los tratamientos químicos de GA_3 (100 ppm) y el KNO_3 (0.2%) presentaron porcentajes de 92 y 94 % de germinación para GS 7 respectivamente y la evaluación final con valor de 95 % de germinación para ambos tratamientos.
- ❖ La interacción de la fertilización con aminoácidos y los tratamientos T2 y T5, presentó el mayor porcentaje de germinación con valores de 95 y 98% para T2 (AG_3 100ppm) en las variables GS 7 y GS 14; el tratamiento 5 (KNO_3 0.2%) presentó valores de 95 y 96 % para ambas evaluaciones, respectivamente.

- ❖ El tratamiento T3 (Agua) presentó valores importantes al final de la evaluación con un porcentaje de 94 % de germinación para semilla proveniente de planta fertilizada con aminoácidos.

- ❖ La interacción de la fertilización sin aminoácidos con los tratamientos T2 (AG₃ 100ppm) y T5 (KNO₃ 0.2%) presentó valores altos de germinación para GS 14 con 92 y 95 %, respectivamente.

RESUMEN

El ofrecer soluciones a la problemática que presenta la semilla de chile (*Capsicum annum* L.) en cuanto a la germinación dio lugar a la realización del presente estudio, cuyos objetivos fueron evaluar el efecto de la fertilización con aminoácidos sobre la calidad fisiológica de la semilla, determinar el efecto de la madurez del fruto a cosecha en la calidad de la semilla y evaluar el efecto de los métodos para romper la posible latencia e incrementar la germinación. El trabajo se realizó en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El parámetro a evaluar fue el porcentaje de germinación de la semilla a los 7 y 14 días, así como el porcentaje de plántulas anormales.

La semilla proveniente de plantas fertilizadas con aminoácidos presentó los mayores valores de germinación con 88 y 93 % respectivamente, para los días 7 y 14 de evaluación. Así como un porcentaje relativamente bajo de plántulas anormales.

Para el grado de madurez del fruto, la semilla proveniente de frutos rojos mostró valores superiores (83 y 90 %) y estadísticamente diferentes a los obtenidos en frutos verdes (79 y 87 %), respectivamente.

La semilla proveniente de las plantas fertilizadas con aminoácidos para la interacción fertilización x madurez presentó valores de 94 y 91 % respectivamente de germinación con los grados de madurez rojo y verde.

El efecto de los tratamientos químicos para mejorar el porcentaje de germinación mostró claramente la superioridad del KNO_3 (0.2 %) y el AG_3 (100 ppm), con valores de 95 % de germinación al final de la evaluación a los 14 días.

Finalmente en la interacción de la fertilización con los tratamientos, se observó que la combinación de los tratamientos T2 (AG_3 100 ppm) y el T5 (KNO_3 0.2 %) con la fertilización con aminoácidos presentó los mayores valores de germinación con 98 y 96 % respectivamente, seguido por el tratamiento T3 (agua) que presentó valores de 94 % de germinación al final de la evaluación.

Para la fertilización sin aminoácidos, los tratamientos T2 (AG_3 100 ppm) y el T5 (KNO_3 0.2 %) presentaron los valores aceptables de germinación con 95 y 92%, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Association of Official Seed Analysts. 1993. Rules for testing seeds. Journal of seed technology 16 (3): 1-113.
- Amen, R. D. 1968. A model seed dormancy. Botanical Review. 34 : 1 – 31.
- Arredondo C., A. N. 1991. Efecto del osmocondicionamiento con soluciones de magnesio, cromo y ácido giberelico sobre la germinación de la semilla de chile serrano (*Capsicum annum* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
- Baskin, M. J. y C. C. Baskin. 1985. The Annual Dormancy Cycle In Buried Weed Seeds: A Continuum. BioScience Vol. 35, No. 8. pp. 492 – 498. U. S. A.
- Basset, M. J. 1986. Breeding Vegetables Crops. A VI Publishing Company, Inc. United States of America.
- Bernal, J. E. 1976. Algunos aspectos de fisiología de semillas forrajeras. Investigaciones Agropecuarias Serie de Informes de Conferencias Cursos y Reuniones. No. 29. Maracay, Venezuela. pp. 25 – 37.
- Bewley, J . D. and M. Black. 1986. Seeds. Physiology of development and germination. 2a ed. New York. Plenum. pp. 29 – 86. U. S. A.
- Bewley, J . D. and M. Black. 1978. physiology and biochemistry of seed in relation to germination vol. I Development, germination, and growth. Berlin: Springer – Verlay. N. Y.
- Bidwell, R. G. S. 1979. Fisiología Vegetal. Trad. De la 1ª ed. En Inglés por Guadalupe Jerónimo Cano y Cano y Manuel Rojas Garcidueñas. AGT. México, D. F. 784 p.
- Bleasdale, J. K. A. 1984. Plant Physiology in Relation to Horticulture. 2a edition. Macmillan Press. London. pp. 6, 7.

- Burbano A., E. 1991. Importancia y aplicación del vigor de semilla. In: Control de Calidad en el Campo, Beneficio y Almacenamiento. Irastorza M., H.(comp.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 198 p.
- Bradbeer, J. M. 1988. Seed dormancy and germination. British Library. Cataloguing in Publication data King's College London. pp. 39 – 79. U. K.
- Bustamante, L. y J. Martínez. 1991. Localidades y grados de madurez en la calidad de semilla de chile morrón (*Capsicum annum* L.). En: Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (SOMECH). IV Congreso Nacional de Horticultura. Programa y Memorias. 18 al 23 de agosto. SOMECH – UAAAN – CIQA – INIFAP. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo, Coahuila, México. p. 358.
- Chlan, C. A. and L. Dure III. 1983. Plant Seed embryogenesis as a tool for molecular biology. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 55: 5 – 15. The Netherlands.
- Claridades Agropecuarias. 2003. De nuestra cosecha. El chile verde y su trascendencia cultural. Revista mensual. Organó de difusión de Apoyos y Servicios a la comercialización Agropecuaria (ACERCA). Editorial Abriendo Surcos. México, D.F.
- Clarke, A. E. and F. J. Stevenson. 1943. Factors influencing the germination of seeds of the potato. *Am. Potato. J.* 20 : 247 – 258.
- Comé, D. 1981. Problems of embryonal dormancy as exemplified by apple embryo. *Israel Journ. Bot.* 29 : 145 – 57
- Copeland, L. O. 1976. Principles of seed science and Technology. Burgess Publishing Co. Minneapolis, Minnesota. United States of America. pp. 149 – 184.
- Copeland, L. O., and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed science and Technology Burgess Publishing Co. Minneapolis, Minnesota. United States of America. pp. 120 – 144.
- Cordova, C. V. 1976. Fisiología vegetal. H. Blume. Madrid, España. pp. 401 - 409.
- Corpimisti. 2004. Los aminoácidos como nutrientes de las plantas. En línea: www.corpmisti.com.pe/novedades/AMINOACIDOS.htm.
- Delouche, J. C. 1964. Seed Dormancy. Seed Technology. Laboratory Mississippi State University. Mississippi State, Mississippi, U. S. A.

- Denisen, E. L. 1987. Fundamentos de Horticultura. Limusa. México, D. F. pp. 343-344.
- Dharmatti, P.R. and G. N. Kulkarni. 1989. Physiological maturation studies in bell pepper (*Capsicum annum* L. *grossum* Sendt). Hort. Abst. 59 (7): 663 United States of America.
- Doijode, S. A. 1990. Studies on vigor and viability of seed as influenced by maturity in Chilli (*Capsicum annum* L.) Hort. Abst. 60 (1). United States of America.
- Edwards, R. L. and F. J. Sudstrom. 1987. Afterripening and harvesting effects on Tabasco pepper seed germination performance, U. S. A. HortScience : 22 (3) 473 – 475.
- George, A. T.R. 1985. Producción de semillas en plantas hortícolas. Editorial Mundi – Prensa. Madrid, España. 330 pp.
- Gravina, T. A y Vidal, E. 1989. Efecto de estimulantes químicos en la germinación de semilla de mandarina Reina. Revista Chapingo XII-XIV Nos. (62-63): 74-77. México.
- Harper, J. L. 1957. The ecological significance of dormancy and its importance in wees control. Proc. Int. Congr. Crop. Protect. Vol. 4: 415 – 420. U. S. A.
- Hartmann, H. T. y D.E. Kester, 1986. Propagación de plantas, principios y practices. 6ª impresión en español. México, D. F. Ed. Continental. pp. 145.
- Hartmann, H. T. y D.E. Kester. and F. T. Davies. 1990. Plant propagation, principles and practices, Fifth Ed. Prentice Hall, N. J. U. S. A.
- Hawthorn, L. R. 1982. U. S. D. A. Anuario de Semillas. 8ª. Impresión. CIA. Editorial Continental, S. A. de C. V. México. pp. 383 – 397.
- Hernández L., J. A. Estrada., A. Juárez de la Cruz., G. J. Ayala. 1995 Influencia de la fertilización y del ambiente de almacenamiento en la calidad de semilla de cebolla. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 22. pp. 87 – 97.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing seed Sci. and Technol. 13 (2) : 322. Holanda.
- James, W. O. 1967. Introducción a la fisiología vegetal. Omega S. A. España. pp. 233 – 240.

- Janick, J. 1985. Horticultura científica e industrial. Editorial Acribia Zaragoza. España. pp. 554.
- 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-Holland Publishing Co., pp. 7-28.
- Jiménez, M. A. 1984. Escarificación, inoculación y peletizado de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Universidad Autónoma Chapingo. Depto. de Zootecnia. Chapingo, México. p. 1 – 21.
- Karolini and Slawinska. 1982. Observations on capsicum seed ripening in Poznan conditions in the years 1975 y 1978. Hort. Abst. 52 (3): 146 United States of America.
- Karssen, C. M. 1981. Environmental Conditions and Endogenous Mechanism Involved in Secondary Dormancy of seeds. Israel Journal of Botany. Vol. 29. p. 45 – 64.
- Khan, A. A. 1981. Hormonal regulation of primary and secondary dormancy. Israel Journ. Bot. 29 : 207 – 24.
- Knott, J. E. 1957. Handbook for vegetable growers. John an Sons., Inc. New York. U. S. A.
- Koller, D., A. M. Mayer, A. Poljakoff – Mayber and S. Klein. 1961. Seed germination. Annual Review of Plant Physiology. 13 : 437 – 464.
- Laborde C., J. A y O. Pozo. 1984. Presente y pasado del chile en México. SARH-INIA.
- Lysenko, A. I. and T. S. B. Butkevich. 1981. Capsicum seed quality in relation to the degree of fruit maturity. Hort. Abst. 51(11):798. United States of America.
- Mayer, A. M. and Poljakoff – Mayber. 1975. The germination of seed. 3a ed. Pergamon Press, oxford. London. pp. 46 – 65.
- Mayer, A. M and A. Poljakoff – Mayber. 1982. The germination of seeds. 4a ed. Pergamon Press Ltd. New York.
- Meyer, B. S., D. B. Anderson y R. H. Bohning. 1972. Introducción a la fisiología vegetal. Universidad de Buenos Aires, Argentina. pp. 59 – 60, 61 – 70.
- Moncivais D., M y Martínez G, A. 1990. Aplicación de AG₃ vía acondicionamiento osmótico en semillas de chile serrano (*Capsicum annum* L.) cultivar tampiqueño. XII Congreso Nacional de Fitogenetica 3

– 7 Septiembre, 1990. Cd. Juárez, Chihuahua. México. Escuela Superior de Agricultura “Hermanos Escobar”.

- Montovani, E. C., R. F. Da Silva, V. W. D. Casali and A. R. Conde. 1981. Development and physiological ripening of Capsicum seed. Hort. Abst. 51 (11) : 798. United States of America.
- Moreira de C., N. y J. Nakayawa. 1988. Semillas: Ciencia, tecnología y producción. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, S. R. L. Montevideo, Uruguay. 406 pp.
- Moreno M. E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp.103 – 114.
- Peretti, A. 1994. Manual para análisis de semillas. INTA. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 281 p.
- Pérez G., M, F. M. Sánchez y A. P. Lomelí. 1997. Mejoramiento genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Pollock, B. M. y V. K. Toole. 1962. Postmaduración, periodo de reposo y latencia. En semillas. USDA. Ed. Cia. Ed. Cont., S. A. México. p. 201 – 212
- Potts, H. C. 1986. Seed development and maturation. In: Proceedings 1986. Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi, Unites States of America. Volumen 28. p. 65 – 75.
- Quagliotti, L. 1977. Effects of ripening stages of the berries and of Storage within the fruits on viability of seed in two varieties of pepper. Institute of Plant Breeding and Seed Production. University of Turin. Italy. In: Institut de Recherche Agronomique. 1977. Capsicum 77 C. R du 3° Congr. Eucarpia Genet Selection Pimient. Montftavet – Avignon. France. p. 293 – 301.
- Ramos, M.; V., Nava, C. Lino y G. Velásquez. 2000.Efectos de imbibición, ácido giberelico y KNO₃ en la germinación de semillas de chile manzano (Capsicum pubescens R.). En: Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (SOMECH). IV Congreso Nacional de Horticultura. Programa y Memorias. 20 al 24 de octubre. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de fitotecnia. Chapingo,México.pp.93.
- Ramírez, A., E. Salazar y J. J. Roa. 1988. Técnicas de multiplicación por semilla de especies forrajeras. Programa de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 40.

- Raymond, A. T. 1985. Vegetable seed production. University of Bath. Longman . House, Burnt Mill, Harlow. 318 p.
- Retes C., J. E. 1974. Evaluación del porcentaje de emergencia de semilla de frutos de chile ancho en tres grados de madurez. En: Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (SARH – INIA – CIANOC). Experimentos de investigación de Hortalizas 1969 – 80. Campo Agrícola Experimental Pabellón. Aguascalientes, México. p. 59.
- Roberts, E. H. 1972. Viability of Seed. Syracuse University Press.
- Rodríguez, M. R. 1988. Evaluación del sistema reproductivo de *Capsicum annum* L. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Centro de Genética. Montecillos, México. 113 p.
- Rojas G., M. 1978. Fisiología Vegetal. McGraw-Hill. México, D. F. p. 199 – 209.
- Rojas G., M y R.H. Ramírez. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Limusa, México. pp. 20, 30-31.
- Ruiz, O., M; D. Nieto R. Larios. 1962. Tratado elemental de Botánica. Ed. Cient. Latino Americana Larios. México. pp.730
- Segovia L., A. y M. Luján F.. 1991. Características del fruto de chile (*Capsicum annum* L.) Jalapeño M con semilla de alto poder germinativo. En: Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (SOMECH). IV Congreso Nacional de Horticultura. Programa y Memorias. 18 al 23 de agosto. SOMECH – UAAAN – CIQA – INIFAP. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. p. 105.
- Silva, R. F., V. W. Casali and J. F. Silva. 1971. The effect of Spacing and fertilizer levels on seed production in pepper (*Capsicum annum* L.). U. S. A. Horticultural Abstracts 41 : 1092.
- Somos, A. 1984. The Páprika. 2a. edición Akademia Kiadó. Budapest, Hungary. 301 p.
- Steinbauer, G. P. 1957. Interaction of temperature and moistening agents in the germination and early development of potato seedling Am. Potato J. 34 : 89 – 93.
- Tran, V. N. and A. K. Cavanagh. 1984. Structural aspects of dormancy. In: Seed Physiology. Vol. 2. David R. Murray (editor). Academic Press. New South Wales. pp. 1 – 75.

- Valadéz R., M. 1991. La calidad en semilla de maíz bajo dos condiciones de manejo en distintas etapas del periodo de llenado de grano. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 74 pp.
- Vegis, A. 1956. Formation of resting condition in plants experiment. *Plant Physiology*. Vol. 15 : 185 – 215. U .S. A.
- Wilson, C. L. y W. E. Loomis. 1980. Botánica. Traducción de la primera edición en inglés por Irina L de Coll. UTEHA. México, D. F. pp. 317 – 327.

