

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

Evaluación de tratamientos para aumentar la germinación en la semilla de aguacate

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
Al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de
Licenciatura.

Presentado por

Marcos Alejandro Tomalá Rossi

Honduras Diciembre, 2002

RESUMEN

Tomalá Rossi, Marcos. 2002. Evaluación de tratamientos para aumentar la germinación en la semilla de aguacate. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 35 p.

Zamorano requiere optimizar la producción de aguacate mediante el manejo eficiente de las semillas antes de la siembra para producir patrones de alta calidad y disminuir las pérdidas por baja germinación. Estas semillas se pueden tratar para lograr mayor germinación. El objetivo fue determinar el efecto de desinfectar la semilla, pasteurizar el medio de enraizamiento y el local de siembra sobre la germinación. El ensayo se realizó entre junio y agosto del 2002 en El Zamorano, Honduras. Se utilizó un diseño de parcelas divididas. Los controles utilizados fueron desinfectar las semillas antes de la siembra en baños térmicos a temperaturas de 49°C durante 30 minutos, baños con Benomyl con dosis de 1.23 ppm del producto comercial durante 5 minutos, una combinación de los dos tratamientos anteriores y se estableció un testigo sin desinfección. Las semillas fueron sembradas en medio pasteurizadas y no pasteurizadas y fueron luego trasladadas a invernadero, macrotúnel o sombreadero. No existieron diferencias significativas entre la germinación en invernadero ni sombreadero. Sin embargo, existieron diferencias entre el macrotúnel y las anteriores ($P \leq 0.05$). No existió diferencia significativa en la germinación utilizando el medio pasteurizado y no pasteurizado. Existió diferencia significativa en el porcentaje de germinación ($P \leq 0.05$) entre todos los controles de desinfección a la semilla, resultando mejor la desinfección con Benomyl. Las interacciones sombreadero con medio pasteurizado y con aplicación de Benomyl; e invernadero con medio no pasteurizado con aplicación de Benomyl presentaron la mayor germinación (95%). El tratamiento *más* económico resultó ser la triple interacción de sombreadero, medio no pasteurizado y desinfección con Benomyl.

Palabras clave: Días a germinación, enfermedades, escarificación, *Persea americana*.

NOTA DE PRENSA

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS, UNA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUACATE

El aguacate es uno de los frutales de mayor consumo a escala mundial gracias a su sabor y características benéficas para la salud.

Este cultivo es relativamente difícil para la reproducción ya que presenta problemas en la germinación, causados por calidad de la semilla, enfermedades, entre otras.

En Zamorano, se evaluó la utilización de fungicida y controles hidrotérmicos como alternativas para mejorar el porcentaje de germinación en las semillas de aguacate. Además se utilizó un medio desinfectado con vapor (pasteurizado), repitiendo el ensayo en diferentes instalaciones con diferentes microclimas para determinar cuál presentó mejores respuestas.

El uso de fungicida como control, obtuvo los mayores porcentajes de germinación en las diferentes instalaciones. Los mayores porcentajes de germinación (95) se encontraron en las semillas que fueron sembradas en sombreadero con medio no pasteurizado y con aplicación de fungicida, presentando a la vez los menores costos por semilla germinada.

En estas condiciones con el uso de fungicida como control se obtienen los porcentajes más altos de germinación y los menores costos.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del aguacate es de mucha importancia debido a la creciente demanda que ha presentado con el pasar de los años y por su alta rentabilidad. Es un árbol frutal de origen americano perteneciente a la familia de las Lauráceas (Lauraceae).

El consumo mundial del aguacate se ha incrementado con el pasar del tiempo llegando a ser una de las frutas tropicales más demandadas y apetecidas en el mundo.

La forma más común de reproducción es por medio de semillas (sexual), de las cuales se obtienen patrones, que luego serán utilizados como soporte para el injerto de variedades deseadas para la producción.

Las semillas deben de provenir de plantas que hayan llegado a su madurez fisiológica, y los frutos a escoger deben de ser cosechados directamente del árbol y no los que se encuentren caídos en el suelo debido a que pueden dar lugar a la existencia de hongos y por consiguiente a la pudrición del fruto (Álvarez, 1981).

Para poder obtener una germinación de la semilla de forma más acelerada es recomendable realizar la remoción de la cubierta que recubre la semilla ayudando a la vez a prevenir el ataque de gérmenes patógenos que posiblemente se encuentren en dicha cubierta (Álvarez, 1981).

Si la procedencia de la semilla no es conocida hay que tener la precaución de examinar ésta, debido a que puede estar infectada por patógenos.

Durante los últimos años en Zamorano se han presentado ciertas dificultades en la obtención de patrones de aguacate que sirvan como buen soporte para el injerto de variedades comerciales. Muchas de estas dificultades se han presentado en la etapa de reproducción, ya que los porcentajes de germinación de las semillas no han sido los esperados.

Así, es indispensable lograr aumentar el porcentaje de germinación de las semillas para tener mejores resultados tanto productivos como económicos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Determinar qué control aplicado a la semilla antes de la siembra, proporcionó a la misma un mayor porcentaje de germinación.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Determinar en qué condiciones de clima controlado o semi controlado, el cultivo logró un mayor porcentaje de germinación.
2. Determinar si la desinfección del medio ayudó a la semilla a lograr mayor porcentaje de germinación.
3. Evaluar los costos para identificar el tratamiento más económico.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 TAXONOMÍA O BOTÁNICA

El nombre botánico del aguacate es *Persea americana*, pertenece a la familia Lauraceae, presenta un sistema radical poco profundo, las hojas se encuentran arregladas en espiral, brotando en racimos. Las inflorescencias se presentan en miles, cada una con cientos de flores; éstas son verdosas, de 1 cm. de anchura y profundidad, con tres verticilos de tres estambres y un ovario (Samson, 1991).

La zona tropical, comprendida aproximadamente entre los 10-30° de latitud norte y sur, posee el clima óptimo para que este cultivo se desarrolle espontáneamente, siendo así el lugar donde se originó, el sur de México y Centro América (Samson, 1991).

2.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las características climáticas de lo que podríamos llamar zona del aguacate son:

- a) Temperaturas medias anuales entre 20 y 26°C.
- b) Temperaturas no inferiores a -5°C.
- c) No persistencia, durante muchos días, de temperaturas de 0°C.
- d) Pluviosidad anual entre 800-2000 mm repartida durante todo el año, pero, con mayor intensidad, durante los meses cálidos.
- e) Humedad atmosférica elevada.

El aguacate no resiste la sequedad del aire ni los vientos demasiado fuertes, sobre todo durante la floración e inicial desarrollo del fruto (Ibar, 1979).

En general la temperatura óptima, de crecimiento está alrededor de 25 a 30°C en el día y 15 a 20°C durante la noche. El cultivo puede tolerar hasta temperaturas de 40°C, pero una exposición prolongada a éstas con una humedad relativa baja, resulta en estrés y pérdida de rendimientos del cultivo (Page, 1984).

2.3 CRECIMIENTO VEGETATIVO

Una de las características del aguacate es la importancia de su período de crecimiento, que puede extenderse de ocho a diez meses.

Incluso en algunos tipos, especialmente en los procedentes de semilla, y en condiciones favorables de medio, el desarrollo vegetativo es casi ininterrumpido.

Cuando la dominancia apical es muy débil, se desarrollan las yemas anticipadas, que son aquellas yemas axilares que evolucionan al mismo tiempo que la terminal.

En los frutales sucede generalmente, que si el meristemo terminal se encuentra en fase activa de crecimiento, se inhibe la evolución de las yemas adyacentes, pero este comportamiento no es válido para el aguacate (Álvarez, 1981).

2.4 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

Una de las grandes ventajas del aguacate es su adaptación a diversos climas, que va desde el nivel del mar hasta los 3000 metros de altura (Galan, 1990).

2.4.1 Suelo

El requisito más importante para un cultivo de aguacate es un suelo suelto y bien drenado. Si no se da esta condición, si son suelos que se inundan o retienen mucha agua, es mejor descartar este cultivo y pensar en otro (Galan, 1990).

Las raíces del aguacate son muy sensibles a la deficiencia de oxígeno asociada con suelos mal drenados, encharcados o compactos y son suficientes unas pocas horas bajo esta situación para que se asfixien y mueran. Además, bajo oxígeno y alta humedad son condiciones óptimas para el crecimiento de hongos que puedan causar la pudrición de la raíz (Galan, 1990).

Los mejores suelos para el aguacate son los franco-arenosos, bien drenados y sueltos, con un pH entre 6 y 7 (Galan, 1990).

2.5 ENFERMEDADES PRINCIPALES

La podredumbre de las raíces es la enfermedad más grave que ataca al aguacate. Es producida por el hongo del suelo *Phytophthora cinnamomi*, que destruye el sistema radicular ocasionando la muerte del árbol, de aquí la importancia que tiene evitar la introducción y propagación de esta enfermedad en aquellas áreas que se están poniendo en cultivo (Álvarez, 1981).

Según Ploetz *et al.* (1994), síntomas similares presenta el hongo *Rosellinia necatrix*, destruyendo el sistema radicular, ocasionando con el tiempo la muerte del árbol. Por esto, es importante evitar que las semillas no estén contaminadas por este hongo.

Según Ploetz *et al.* (1994), otro hongo importante que ataca el cultivo es el *Armillaria mellea*, el cual se puede presentar en áreas pequeñas causando la destrucción radicular y posterior muerte del árbol, lo cual hace importante su prevención.

2.5.1 Condiciones favorables para las enfermedades:

1. Exceso de humedad en el suelo, es por esto que debe evitarse plantar en suelos arcillosos y con mal drenaje (Ploetz *et al.*, 1994).
2. Temperatura del suelo entre 21 y 30°C; por encima de 33°C y por debajo de 9-12°C apenas hay o se reduce considerablemente la infección (Ploetz *et al.*, 1994).

2.5.2 Propagación de las enfermedades:

Ploetz *et al.* (1994) describe las posibles causas de propagación de la enfermedad, entre las cuales menciona:

Por medio del agua del riego, que puede pasar de zonas infectadas a zonas sanas dentro de una misma plantación.

Movimiento entre dichas zonas o traslado de tierra por medio de máquinas y aperos de labranza, botas, paso de animales, etc.

Introducción de plantas jóvenes, procedentes de viveros infectados.

2.6 PROPAGACIÓN

La forma normal de reproducción del aguacate es por medio de semillas (sexual), de las cuales se obtienen los patrones que posteriormente serán injertados con las variedades deseadas. Ello da lugar a una gran variabilidad en las plantas procedentes de semillas, ya que son individuos heterocigóticos, observándose grandes variaciones en cuanto a vigor, resistencia a enfermedades, respuesta a condiciones adversas de suelos, etc., en árboles dentro de una misma plantación (Álvarez, 1981).

2.6.1 Propagación por semilla

Los patrones deben reunir características de resistencia, arraigamiento al suelo al que va a ser destinado y afinidad con la variedad a la que deba ser injertado; para hacer una buena elección, se deben utilizar semillas de tamaño grande, provenientes de árboles criollos y preferiblemente del mismo clima o piso térmico de la futura plantación. Esta semilla se debe recolectar de frutas sazonadas o maduras, cosechadas directamente del árbol, y nunca de frutas caídas o recogidas del suelo, para así evitar el ataque de hongos, que

causan pudriciones en la raíz. Es recomendable eliminar las semillas que son muy pequeñas, pues normalmente darán lugar a patrones poco vigorosos. Existe una gran correlación entre el tamaño de la semilla empleada y el vigor del patrón producido (Álvarez, 1981).

Es conveniente quitar la cubierta que recubre la semilla, ya que se ha comprobado que haciéndolo se acelera su germinación, al mismo tiempo que se eliminan los gérmenes patógenos que pudieran desarrollarse sobre los restos de pulpa que quedan adheridos a la misma (Álvarez, 1981).

2.6.1.1 Tratamiento a la semilla

Luego de quitar la cubierta que recubre la semilla, es recomendable realizar algunos tratamientos preventivos para evitar la contaminación por patógenos a la semilla, especialmente si la procedencia de ésta es desconocida, entre los principales podemos citar:

- a) La semilla tiene que venir de frutos recogidos, no de los caídos.
- b) Sumergir la semilla en agua caliente a 50°C por 30 minutos.
- c) El suelo, utensilios y agua deben de ser desinfectados.
- d) Todas las personas y toda la maquinaria que entre al huerto debe atravesar por un baño de desinfección (Samson, 1991).

Además, se pueden citar los siguientes tratamientos:

Kakasone y Paull, (1998) describen que sumergir la semilla en un baño de agua caliente de 50°C por 30 minutos, puede disminuir el riesgo por contaminación.

Samson, (1991) describe el mismo tratamiento con agua caliente a 50°C por 30 minutos para eliminar al máximo la posible contaminación.

Álvarez, (1981) manifiesta que para evitar la contaminación por patógenos, la semilla debe ser desinfectada por el sistema de agua caliente a 49°C durante 30 minutos; así mismo recomienda que la temperatura mínima es de 45°C, ya que inferiores temperaturas no son efectivas; y la máxima debe ser de 51°C, ya que superiores resultan dañinas, por lo tanto, hay que controlar la temperatura cuidadosamente y se debe utilizar un gran volumen de agua para un número pequeño de semillas.

Álvarez, (1981) describe que sumergir la semilla durante unos minutos en un baño desinfectante, a base de un fungicida, esperando luego que se oreen antes de proceder a la siembra, resulta efectivo para el control de patógenos fungosos.

Las semillas pueden ser sometidas a cortes de la punta o extremo apical en un tercio de su longitud total, para facilitar y acelerar la germinación sobre todo cuando llevan algún

tiempo sacadas del fruto, no siendo recomendable en semillas frescas, ya que pueden dar lugar a pudriciones, con la consiguiente pérdida de cierto número de ellas (Galan, 1990).

2.7 TRANSPLANTE

Cuando las plantas tengan de 10 a 15 centímetros se transplantan a bolsas de plástico negro o de material equivalente. El riego es fundamental durante la fase de vivero, cuidando que las plantas no sufran estrés hídrico, para lo cual debe vigilarse frecuentemente el estado de humedad de las bolsas (Álvarez, 1981).

2.8 MEDIO UTILIZADO Y DIAS A GERMINACION

Como material germinador se emplean camas de turba, arena u otros materiales sueltos y ligeros, en cajoneras de unos 25-30 centímetros de altura, 80 centímetros a 1,20 metros de ancho y longitud variable.

Las semillas tardarán en germinar de treinta a sesenta días, aproximadamente, dependiendo ello de la época de realización del semillero y de si éste se sitúa bajo cubierto, en invernadero de plástico o al aire libre (Alvarez, 1981).

Según Samson (1991), la mezcla consiste de musgo y de perlita con proporciones de 3:2 respectivamente; o de partes iguales de turba, perlita y vermiculita 1: 1: 1. Con estas proporciones, en un invernadero sombreado, las semillas germinarán en cuatro semanas aproximadamente.

Otros autores mencionan que la semilla germina a los 30-45.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, en el vivero de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos en la sección de Ornamentales y Propagación, entre los meses de Junio a Agosto.

Zamorano está ubicado aproximadamente a 30 Km. al Este de Tegucigalpa, tiene una altitud de 800 msnm. y una temperatura promedio anual de 24°C. La precipitación promedio anual es de 1100 mm, distribuidos en los meses de mayo a octubre.

3.2 SEMILLAS

3.2.1 Obtención y recibimiento

Las semillas que se utilizaron en este ensayo fueron de árboles criollos de procedencia de una finca ubicada en el Progreso, Yoro, para aprovechar sus propiedades de resistencia a enfermedades, mayor crecimiento radicular y su adaptabilidad a los suelos para que al desarrollar sean luego utilizados como patrones o portainjertos en la producción.

Para hacer la extracción de la semilla, dichos frutos fueron seleccionados con criterios de madurez y calidad para que así la semilla tenga características similares. Algunos frutos seleccionados no lograban el nivel de madurez necesario por lo se dejaron unos días más al ambiente para que la logren.

3.2.2 Selección y manejo

Al momento de extraer la semilla, se realizó una segunda selección, verificando la calidad de la semilla con especial atención a cualquier corte o daño por insectos para evitar que pueda ser atacada por cualquier patógeno.

También se realizó una selección por tamaño, eliminando las semillas que no alcanzaban 1.5 cm de diámetro, para evitar obtener patrones poco vigorosos.

Las semillas seleccionadas fueron escarificadas removiendo la testa manualmente después de ser sumergidas durante 24 horas en agua para remover la capa protectora que cubre la semilla, para lograr un aceleramiento en la germinación y al mismo tiempo eliminar los gérmenes patógenos que pudieran desarrollarse sobre los restos de pulpa que quedan adheridos a la misma. Las semillas escarificadas fueron sometidas a cuatro controles pregerminativos.

3.3 CONTROLES

Los controles pregerminativos aplicados a las semillas fueron:

T1.- Someter las semillas a un control hidrotérmico con rango de 46 a 50°C durante 30 minutos antes de la siembra.

T2.- Sumergir las semillas en fungicida durante cinco minutos antes de la siembra.

T3.- Someter las semillas a un control hidrotérmico con rango de 46 a 50° e durante 30 minutos y luego sumergir las mismas semillas en fungicida durante cinco minutos antes de la siembra.

T4.- Testigo, sin sumergir la semilla en agua caliente ni en fungicida.

Para lograr someter las semillas en un baño hidrotérmico, se utilizó una cocina común, alcanzando así las temperaturas requeridas, siendo el promedio de 49°C, con una mínima de 46°C y una máxima de 50°C.

Se utilizaron 12,30 litros de agua para 80 semillas con un peso total de 3,40 kilos logrando que la cantidad de agua sea mayor a la cantidad de semillas en cuanto a espacio y volumen dentro del recipiente utilizado para el calentamiento.

Para lograr someter las semillas en un baño con fungicida, se utilizó un recipiente plástico y Benomyl (Bennlate®) con una dosis de 1,23 ppm del producto comercial.

3.4 MEDIO DE ENRAIZAMIENTO

Las semillas luego de ser sometidas a los diferentes tratamientos, fueron sembradas con la parte basal hacia abajo en vasos plásticos de 208 centímetros cúbicos. (una semilla en un vaso) llenos de un medio de enraizamiento, que se logró mediante la combinación de aserrín descompuesto, tierra y arena, con proporciones de 2:2: 1 respectivamente, proveyendo el soporte y el drenaje necesario para el enraizamiento de las semillas y a la vez evitar la formación de una costra superficial que puede perjudicar la germinación de las semillas.

La proporción 2:2: 1 fue realizada en carretillas que tenían una capacidad de 0.10 metros cúbicos, alcanzando al final una cantidad de 0.50 metros cúbicos, los cuales fueron homogenizados para poder adquirir las características que se buscan.

A cada mezcla se le agregó 0.90 kilos de cal con el propósito de modificar el pH que fue alterado por la acidez del aserrín descompuesto, logrando alcanzar un pH de 7.74 y a la vez disminuir el posible ataque de hongos que se presentan en mayor cantidad en medios ácidos.

3.4.1 Desinfección del medio

Parte del medio de enraizamiento fue desinfectado con el uso de una caldera de vapor, alcanzando una temperatura promedio de 80°C durante 1 hora 30 minutos, con una mínima de 75°C y una máxima de 85°C.

3.4.2 Análisis del medio de enraizamiento

El medio de enraizamiento fue sometido a un análisis de laboratorio que presentó como resultado las características que se muestran en el Anexo 1.

3.5 LOCALIDADES DE SIEMBRA

Las semillas sometidas a los diferentes controles y sembradas fueron trasladadas a las siguientes localidades:

L1.- Invernadero, en la cual las condiciones de microclima son controladas en su totalidad con respecto al tiempo; la temperatura media de 28°C y el riego mediante nebulización con intervalos de 30 segundos cada seis minutos con un volumen total por día de 2,28 litros por tratamiento de 40 semillas sembradas en 40 vasos plásticos.

L2.- Macrotúnel, en el cual las condiciones de microclima no son controladas a totalidad, la temperatura era cambiante, dependía de las variaciones del ambiente alcanzando una media máxima registrada durante el día de 35°C y durante la noche de 25°C; el riego fue mediante un sistema de nebulización dos veces por día, alcanzando cada riego un volumen de 1.59 litros de agua y un total por día de 3.18 litros por tratamiento de 40 semillas sembradas en 40 vasos plásticos.

L3.- Sombreadero, en el cual las condiciones de microclima son controladas al mínimo, proveyendo el único beneficio de evitar la influencia de los rayos solares en su totalidad a las semillas sembradas, ésto se logra mediante el uso de sarán de 70% de sombra, permitiendo 30% de entrada de los rayos solares. La temperatura variaba con el ambiente, alcanzando un promedio de 28°C ± 3. El riego se realizaba una vez por día con manguera y aspersor, alcanzando un volumen de riego por día de 2.9 litros por tratamiento de 40 semillas sembradas en 40 vasos plásticos, exceptuando los días en que existió precipitación natural, es decir, el volumen de agua de riego no fue constante.

3.6 TRANSPLANTE

Las semillas germinadas fueron transplantadas en bolsa plástica de 12 pulgadas de ancho x 12 pulgadas de alto, las cuales fueron expuestas a condiciones ambientales naturales para que sigan su proceso de crecimiento.

3.6.1 Medio de crecimiento

El medio de transplante utilizado se logró mediante una mezcla de aserrín, tierra y arena con proporciones de 3 :2: 1 respectivamente, alcanzando un total de 0.6 metros cúbicos a los cuales se les agregaron dos libras de cal para nivelar el pH del medio.

El medio de crecimiento logra el soporte, el drenaje y la retención de agua ideal para la futura planta crezca sin problemas.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los datos obtenidos del experimento fueron analizados en un diseño de parcelas divididas, con cuatro controles a la semilla, tres localidades, desinfección o no del medio de enraizamiento y cuarenta repeticiones

Se utilizaron los modelos lineales de computación del Sistema de Aplicación Estadística (SASV8®) para realizar el análisis de diferencia de medias y de la correlación entre las variables a medir.

3.8 VARIABLES MEDIDAS

Porcentaje de germinación de las semillas, mediante muestreos cada tres días a partir de la primera semilla germinada.
Días a germinación de las semillas germinadas.

3.9 MUESTREOS

La toma de datos se realizó a partir del día que se presentaron las primeras semillas germinadas.

El porcentaje y los días a germinación de las semillas fueron determinados mediante muestreos cada tres días.

3.10 ANÁLISIS DE COSTOS

Se analizaron los costos de producción tomando en cuenta los precios de los insumos del año 2002. Este análisis se realizó para comparar costos de las semillas sembradas sometidas a los controles en las diferentes localidades y con desinfección o no del medio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 LOCALIDAD

Para la variable porcentaje de germinación no se encontraron diferencias significativas entre las localidades de sombreadero e invernadero. Sin embargo, sí existieron diferencias entre la localidad de macrotúnel y las anteriores (Cuadro 1).

Estas diferencias se pueden atribuir a la temperatura media registrada similar en la localidad invernadero y sombreadero (28°C), mientras que en macrotúnel se presentaron temperaturas medias máximas más elevadas (35°C), afectando así la germinación normal de las semillas.

Para la variable días a germinación se encontraron diferencias significativas entre todas las localidades (Cuadro 1).

Según Alvarez, (1981) se espera que la semilla germine de los 30 a los 60 días aproximadamente, dependiendo si el semillero se sitúa bajo cubierto, en invernadero de plástico o al aire libre. Las condiciones de microclima en las diferentes localidades determinaron este comportamiento, ya que probablemente el riego y la temperatura afectaron los días a germinación.

Cuadro 1. Resultados de porcentaje de germinación y días a germinación en diferentes localidades. Zamorano, 2002.

Localidad	% de germinación	Días a germinación
Sombreadero	79.69 aZ	27 a
Invernadero	74.38 a	28 b
Macrotúnel	51.25 b	30 c

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales.

4.2 DESINFECCION DEL MEDIO

Para la variable porcentaje de germinación no se encontraron diferencias entre los medios de enraizamiento utilizados, en embargo, para la variable días a germinación la diferencia significativa por el tipo de medio de enraizamiento si existió (Cuadro 2); observándose que en el medio pasteurizado los días a germinación fueron menores.

Cuando existen microorganismos patógenos en el medio, atacan la semilla, reduciendo la capacidad germinativa en ella; pasteurizar el medio disminuye el riesgo de contaminación y la semilla germina con menos problemas.

Cuadro 2. Resultados de porcentaje de germinación y días a germinación en medio pasteurizado y no pasteurizado. Zamorano, 2002.

<u>Medio de enraizamiento</u>	<u>% de Germinación</u>	<u>días a germinación</u>
Pasteurizado	67.08 a ^z	27 a
No Pasteurizado	69.79 a	28 b

z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

4.3 CONTROLES

Para las variables porcentaje de germinación y días a germinación, se encontraron diferencias significativas entre los controles (Cuadro 3).

El mayor porcentaje de germinación se presentó en los controles con fungicida, mientras que los controles hidrotérmicos presentaron los porcentajes más bajos.

El porcentaje de germinación probablemente aumentó debido a que el fungicida disminuye la incidencia de ataques a la semilla por patógenos, utilizando todas sus reservas para lograr germinar.

El porcentaje de germinación pudo ser afectado por someter a las semillas a controles hidrotérmicos.

Los menores días a germinación se presentaron en el control con fungicida.

Cuadro 3. Resultados de porcentaje de germinación y días a germinación con diferentes controles a la semilla. Zamorano, 2002.

<u>Tratamiento</u>	<u>% de germinación</u>	<u>días a germinación</u>
Hidrotérmico	48.75 a	28,79 a
Fungicida	87.50 b	27.37 b
Hidrotérmico + Fungicida	60.83 c	27.84 c
Testigo	76.67 d	28.33 d

Cuadro 4. Efectos de la triple interacción localidad por medio desinfectado por control, en el porcentaje de germinación. Zamorano, 2002.

<u>Localidad</u>	<u>Desinfección</u>	<u>Control</u>	<u>% de germinación</u>
Invernadero	No pasteurizado	Fungicida	95 a ^z
Sombreadero	Pasteurizado	Fungicida	95 a
Sombreadero	No pasteurizado	Fungicida	92.5 abc
Sombreadero	No pasteurizado	Testigo	90 abc
Invernadero	Pasteurizado	Fungicida	87.5 abcde
Invernadero	No Pasteurizado	Testigo	85 abcde
Sombreadero	Pasteurizado	Térmico +Fungicida	85 abcde
Sombreadero	Pasteurizado	Testigo	85 abcde
Invernadero	Pasteurizado	Testigo	82.5 bcdefg
Macrotúnel	No pasteurizado	Fungicida	82.5 cdefg
Invernadero	No pasteurizado	Térmico	77.5 defgh
Invernadero	No pasteurizado	Térmico +Fungicida	77.5 efgh
Macrotúnel	Pasteurizado	Fungicida	72.5 fgh
Sombreadero	No Pasteurizado	Térmico +Fungicida	72.5 gh
Macrotúnel	Pasteurizado	Testigo	67.5 hij
Sombreadero	Pasteurizado	Térmico	60 ijkl
Sombreadero	No pasteurizado	Térmico	57.5 jkl
Invernadero	Pasteurizado	Térmico +Fungicida	55 klm
Macrotúnel	No pasteurizado	Testigo	50 lm
Macrotúnel	Pasteurizado	Térmico +Fungicida	45 mno
Invernadero	Pasteurizado	Térmico	35 nopq
Macrotúnel	Pasteurizado	Térmico	35 opq
Macrotúnel	No Pasteurizado	Térmico +Fungicida	30 pq
Macrotúnel	No Pasteurizado	Térmico	27.5 q

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron en las triples interacciones de invernadero sembrada en medio no pasteurizado y con aplicación de fungicida; y en sombreadero sembrada en medio pasteurizado y con aplicación de fungicida. La triple interacción que menos porcentaje de germinación presentó fue la de macrotúnel sembrada en medio no pasteurizado y sometido a tratamiento térmico (Cuadro 4).

Las triples interacciones en las que se hizo aplicación de fungicida a la semilla mostraron un porcentaje de germinación arriba del 70%.

Las triples interacciones que utilizaron macrotúnel mostraron los porcentajes de germinación más bajos.

4.4 CORRELACIÓN

En el análisis de correlación entre porcentaje de germinación y días a germinación en las diferentes triples interacciones, se observó una correlación positiva de alto grado, demostrando así que a mayor número de días, el número total de semillas germinadas aumentó (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados de análisis de correlación para las variables porcentaje de germinación y días a germinación en las diferentes interacciones. Zamorano, 2002.

		DG							
		IPF	IPSF	INPF	INPSF	SPF	SPSF	SNPF	SNPSF
PG	IPF	0.94							
	IPSF		0.93						
	INPF			0.82					
	INPSF				0.84				
	SPF					0.77			
	SPSF						0.94		
	SNPF							0.79	
	SNPSF								0.81

* Porcentaje de Germinación (PG), Días a Germinación (DG), Invernadero (I), Sombreadero (S), Pasteurizado (P), No pasteurizado (NP), Con fungicida (F), Sin fungicida (SF).

4.5 ANÁLISIS DE COSTOS

La triple interacción de sombreadero con medio no pasteurizado y con aplicación de fungicida presentó los menores costos por unidad sembrada y germinada.

La pasteurización del medio es el factor principal en el aumento de costos de cada tratamiento.

Las semillas sometidas a los controles hidrotérmicos y combinación de control hidrotérmico con fungicida presentaron los costos más altos.

Los costos totales de cada triple interacción se pueden observar en los cuadros 6 y 7.

Los costos reales por semilla sembrada y germinada se pueden observar en los cuadros 8 y 9.

Los costos específicos por tratamiento se muestran en el Anexo 2.

También se presentan cuadros generales en el Anexo 3.

4.6 ENFERMEDADES ENCONTRADAS

Las enfermedades que se presentaron en las semillas de aguacate en los diferentes tratamientos fueron similares. En el Anexo 3 se muestra el análisis de laboratorio.

Cuadro 6. Costos totales por tratamiento a las semillas sembradas en medio pasteurizado en diferentes localidades.

CONTROL	LOCALIDAD		
	Invernadero	Macrotúnel	Sombreadero
	Lempiras		
T1 Hidrotérmico	182,09	173,97	176
T2 Fungicida	181,63	173,51	175,46
T3 Hidrotérmico con fungicida	185,11	176,99	179,02
T4 Testigo	178,61	170,48	172,51

Cuadro 7. Costos totales por tratamiento a las semillas sembradas en medio no pasteurizado en diferentes localidades.

CONTROL	LOCALIDAD		
	Invernadero	Macrotúnel	Sombreadero
	Lempiras		
T1 Hidrotérmico	143,9	135,78	137,81
T2 Fungicida	143,44	135,32	137,27
T3 Hidrotérmico con fungicida	146,92	138,8	140,83
T4 Testigo	140,42	132,29	134,32

Cuadro 8. Costos totales por unidad sembrada y germinada en medio pasteurizado en diferentes localidades.

CONTROL	LOCALIDAD		
	Invernadero	Macrotúnel	Sombreadero
	Lempiras		
T1 Hidrotérmico	13,01	12,43	7,33
T2 Fungicida	5,19	5,98	4,62
T3 Hidrotérmico con fungicida	8,41	9,83	5,27
T4 Testigo	5,41	6,31	5,07

Cuadro 9. Costos totales por unidad sembrada y germinada en medio no pasteurizado en diferentes localidades.

CONTROL	LOCALIDAD		
	<i>Invernadero</i>	<i>Macrotúnel</i>	<i>Sombreadero</i>
		<i>Lempras</i>	
T1 Hidrotérmico	4,64	12,34	5,99
T2 Fungicida	3,77	4,10	3,71
T3 Hidrotérmico con fungicida	4,74	11,57	4,86
T4. Testigo ...	4,13	6,61	3,73

5. CONCLUSIONES

Las mejores triples interacciones a utilizar, considerando el porcentaje de germinación, fueron: el someter la semilla a la aplicación de fungicida, sembrada en medio pasteurizada en sombreadero y el someter la semilla a la aplicación de fungicida, sembrada en medio no pasteurizado en invernadero.

Es más económico, en cuanto a costos, utilizar la triple interacción de sombreadero con medio no pasteurizado y con aplicación de fungicida.

La localidad ideal para la producción de aguacates es el sombreadero, brindando los mayores porcentajes de germinación.

El control ideal para la producción de aguacates es aplicar fungicida, alcanzando los porcentajes de germinación más altos.

6. RECOMENDACIONES

Utilizar la triple interacción sombreadero con medio pasteurizado y con aplicación de fungicida a la semilla. Se recomienda usar el medio pasteurizado ya que provee más seguridad en la producción eliminando cualquier patógeno que pueda atacar a la semilla.

Realizar una comparación de siembra a escala comercial entre la localidad comúnmente usada en Zamorano (invernadero) y el sombreadero para ver las ventajas y desventajas que podría presentar esta nueva localidad.

Realizar ensayos pequeños con la práctica de remoción de la punta de la semilla para facilitar la germinación, para así determinar si es económicamente factible hacer esa práctica a escala comercial.

Tener un cuidado especial durante la práctica de escarificación, ya que se considera un punto crítico en la producción, debido a que un corte mal ejecutado a la semilla puede dar lugar a la infección por patógenos.

No implementar los controles térmicos para la producción de aguacate.

No utilizar el macrotúnel como localidad para la producción de aguacate.

7. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, S. 1968. Diez temas sobre Frutales. Madrid, España. 167 p.

Álvarez, F. 1981. El Aguacate. Tercera edición. Madrid, España. 225 p.

Galan, V. 1990. Los Frutales Tropicales en los Subtrópicos. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 133 p.

Ibar, L. 1979. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango, papaya. Barcelona, España. Editorial Aedos. 173 p.

Nakasone, H.; Paull, R. 1998. Tropical Fruits. Cab International. New York, Estados Unidos de América. 445 p.

Page, P. 1984. Tropical Tree Fruits for Australia. Poly-Graphics Pty. Ltd. Brisbane, Australia. 226 p.

Ploetz, R.; Zentmyer, G.; Nishijima, W.; Rohrbach, K.; Ohr, H. 1994. Compendium of Tropical Fruit Diseases. Library of Congress Catalog Card Number: 94-70664.

Samson, J. 1991. Fruticultura Tropical. México, D.F. Editorial Limusa. 396 p.

