

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EVALUACIÓN DE LA ESCARIFICACIÓN FÍSICA Y DOS
MÉTODOS DE COBERTURA EN SEMILLERO DE ZAPOTE
Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn BAJO LAS
CONDICIONES DE LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA**

JUAN CARLOS ZEPEDA CORNEL

Guatemala, Agosto del 2,004

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EVALUACIÓN DE LA ESCARIFICACIÓN FÍSICA Y DOS
MÉTODOS DE COBERTURA EN SEMILLERO DE ZAPOTE
Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn BAJO LAS
CONDICIONES DE LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA**

TESIS

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

POR

JUAN CARLOS ZEPEDA CORNEL

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

Guatemala, Agosto del 2,004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

Dr. Ariel Abderramán Ortíz López

SECRETARIO

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortíz

VOCAL CUARTO

Maestro Juvencio Chom Canil

VOCAL QUINTO

Maestro Bayron Geovany González Chavajay

Guatemala, Agosto del 2,004

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

Honorables representantes:

En cumplimiento a las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACIÓN DE LA ESCARIFICACIÓN FÍSICA Y DOS MÉTODOS DE COBERTURA EN SEMILLERO DE ZAPOTE *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn BAJO LAS CONDICIONES DE LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me permito presentarles mis agradecimientos y muestras de respeto. Sin otro particular, me suscribo de ustedes.

Atentamente

Juan Carlos Zepeda Cornel

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	01
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	01
3. JUSTIFICACIÓN	02
4. MARCO CONCEPTUAL	03
4.1. Descripción botánica	03
4.2. Producción de plantas	03
4.3. Técnicas de propagación por semillas	04
4.4. La germinación	05
4.5. Condiciones para la germinación	05
4.6. Categorías de letargo de semillas	06
4.7. Métodos de escarificación	07
4.7.1. Escarificación	07
4.7.2. Escarificación mecánica	07
4.7.3. Escarificación con agua caliente	07
4.7.4. Escarificación con ácido	07
4.7.5. Escarificación cálido-húmedo	08
4.8. Semilleros	08
4.9. Coberturas	08
4.10. Características de las coberturas	09
4.11. Invernaderos	09
4.12. Ventaja y desventaja de la utilización de los invernaderos	09
4.13. Características de los materiales utilizados	10
4.14. Propagación del cultivo	11
4.15. Plagas y enfermedades	12
4.16. Promoción y selección de materiales genéticos promisorios	13
4.17. Obtención del porta injerto	13
4.18. Rendimientos	14
4.19. Zonas productoras de zapote en Guatemala	14
4.19.1. Región sur-occidente	14
4.19.2. Región oriental	15
4.19.3. San Agustín Acasaguastlán, El Progreso	16
4.20. Época de fructificación de <i>Pouteria sapota</i> en Guatemala	17
4.21. Investigaciones realizadas en sapotáceas	17
5. MARCO REFERENCIAL	18
5.1. Información general del área	18
5.2. Ubicación y localización geográfica	18
5.3. Relieve y fisiografía	18
5.4. Clima y zona de vida	18
5.5. Geología y suelos	19
5.6. Hidrografía	19
6. OBJETIVOS	21
7. HIPÓTESIS	21

	Página
8. METODOLOGÍA	21
8.1. Descripción del área experimental	21
8.2. Factores por evaluar	22
8.3. Tratamientos	22
8.3.1. Escarificación de las semillas	22
8.4. Descripción de los tratamientos	23
8.5. Materiales a utilizar en el experimento	24
8.6. Elaboración del substrato	24
8.7. Obtención de las semillas	24
8.8. Siembra de la semilla	25
8.9. Diseño experimental	25
8.10. Unidad experimental	25
8.11. Aleatorización	25
8.12. Variable de respuesta	26
8.13. Manejo del experimento	26
8.14. Análisis de varianza	26
8.15. Análisis económico	27
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
9.1. Plántulas emergidas	30
9.2. Altura de plantas	33
9.3. Días a la emergencia	35
10. CONCLUSIONES	38
11. RECOMENDACIONES	39
12. BIBLIOGRAFÍA	40
13. ANEXOS	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación Finca Sabana Grande	20
Figura 2. Croquis de campo	28
Figura 3 mapa de zonas productoras de zapote	29
Figura 4. Plantas emergidas en porcentajes a diferentes DDS	36

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Tratamientos por evaluar	22
Cuadro 2. Cronograma de actividades	29
Cuadro 3. Plántulas emergidas (% acumulado) en días después de la siembra (DDS)	30
Cuadro 4. ANDEVA para plántulas emergidas a los 52 (DDS)	31
Cuadro 5. Prueba de medias para plántulas emergidas a los 52 DDS	32
Cuadro 6. ANDEVA para plántulas emergidas a los 59 DDS	32
Cuadro 7. Prueba de medias para plántulas emergidas en el nivel B a 59 DDS	33
Cuadro 8. ANDEVA para altura de plantas 59 DDS	34
Cuadro 9. Prueba de medias para altura de plantas en el nivel A los 52 DDS	35
Cuadro 10. Prueba de medias para altura de plantas en el nivel B a los 52 DDS	35
Cuadro 11. Resumen de los resultados del Costo / efectividad	37

EVALUACIÓN DE LA ESCARIFICACIÓN FÍSICA Y DOS MÉTODOS DE COBERTURA EN
SEMILLERO DE ZAPOTE *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn BAJO LAS CONDICIONES
DE LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA.

Br. JUAN C. ZEPEDA C.

ING. AGR. M.Sc. EDGAR A. MARTÍNEZ T.

RESUMEN

Guatemala está catalogada como uno de los centros de origen y diversidad genética de especies vegetales cultivadas, dentro de la región mesoamericana, de donde se cree que es originario el zapote *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn y en donde está ampliamente distribuido. Los árboles de zapote en Guatemala se encuentran cultivados pero existen también en forma silvestre principalmente en áreas protegidas. Actualmente el cultivo afronta problemas en cuanto a su desarrollo y establecimiento en plantaciones comerciales debido a la falta de métodos de propagación que permitan la obtención de plantas con características homogéneas.

Este cultivo en Guatemala, no ha sido sujeto de investigaciones en el aspecto agronómico, por lo que en la actualidad no se cuenta con la información necesaria en cuanto a programas de fertilización, control de plagas, enfermedades y métodos eficientes de propagación.

El presente estudio se desarrolló en la finca Sabana Grande, aldea El Rodeo del municipio de Escuintla en el departamento del mismo nombre; dicha finca se localiza a una altitud sobre el nivel del mar entre 745 a 795 metros y una zona de vida de bosque muy húmedo sub-tropical cálido bmh-S (c).

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, en donde se evaluó el efecto de la cobertura y escarificación de la semilla de zapote sobre la emergencia de las plántulas para la obtención de patrones.

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluyó que el semillero de zapote con cobertura de plástico fue superior a la cobertura de palma y al semillero sin cobertura, mejorando el porcentaje de emergencia de las plántulas y reduciendo el tiempo para la misma; el porcentaje de emergencia de plántulas en los

tratamientos con semillas escarificadas fue superior en un 15% a los tratamientos de semillas sin escarificación a los 59 días después de la siembra; las primeras plántulas empezaron a emerger a los 31 días después de la siembra en los tratamientos donde se escarificó la semilla; la altura de las plántulas de zapote fue superior en los tratamientos con cobertura plástica y semilla escarificada y el tratamiento con mayor rentabilidad fue el de semilla escarificada con cobertura de plástico, con un valor por planta (patrón) de Q5.51, ya que el costo de producción por planta para patrón en un vivero particular oscila en Q4.50 y su precio de venta en el mismo es de Q9.00.

FISICAL EVALUATION OF THE REAMING AND TWO METHODS OF ZAPOTE SEED BED
COBERTURE *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn UNDER THE CONDITIONS OF THE FINCA
SABANA GRANDE, ESCUINTLA.

Br. JUAN C. ZEPEDA C.

ING. AGR. M.Sc. EDGAR A. MARTÍNEZ T.

ABSTRACT

Guatemala is classified as one of the origin and genetic diversity centers of cultivated vegetable species, inside the meso-american region, of where is believed, the zapote is native and where is broadly distributed on. Guatemala's zapote trees are cultivated by cares; but they are also exist in wild form, mainly in protected areas. At the moment the plantation confronts problems for its development and establishment in commercial plantations due to the lack of propagation methods that you/they allow the obtaining of plants with characteristic homogeneous.

This cultivation in Guatemala, it hasn't been subject of investigations in the agronomic aspect, for that at the this moment we don't count with the necessary information for fertilization programs, plagues control, illnesses and efficient methods of propagation.

The present research investigation was developed in the property of Finca Sabana Grande located in the city of Escuintla, this farm is located at an altitude of 745 to 795 meters on the sea level and is a part of a rain forest, it has a sub tropical weather bnh-S (c).

The experimental design was a random block with arrangement in parcels divided in four repetitions where the effect was of the covering and reaming of the zapote seed on the emergency of the plántulas for the obtaining of patterns.

In accordance with the results obtained we got to the conclusion that the zapote seed bed that had the plastic cover the results were better than the one cover with palm leaf and the one with no cover, the

percentage average of the emerge on the plántula was better and the time of growth was reduce the percentage in the emerge of the plántulas in the treatments of reaming seed bed was superior on a 15% than the seed bed with no reaming 59 days after the plantation; the first plántulas start growing 31 days after the plantation in the treatments where the seed was ream the size of the zapote plántulas was superior in the treatments with plastic covering and reaming seed bed and the treatment with more profitability was the reaming seed bed with plastic cover with a value of Q5.51 per plant (pattern) the production cost per plant for pattern in a particular nursery oscillates between Q4.50 and the selling price is around Q9.00.

1. INTRODUCCIÓN.

El zapote *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn, es una especie frutal ampliamente distribuida en Guatemala, los árboles son frecuentes cultivados, pero existen también en forma silvestre principalmente en áreas protegidas.

El zapote durante los últimos años ha presentado una creciente demanda como fruta fresca, la que es utilizada como alimento, mientras que la semilla se utiliza en la elaboración de bebidas refrescantes, jabones y champúes, entre otros usos. La madera también es utilizada tanto para la construcción como para la elaboración de muebles (1).

Guatemala tiene un alto potencial para la producción de muchas especies cuyos productos en fresco y procesados tienen amplia demanda internacional. Una de las debilidades para el desarrollo de la producción de tales especies es el escaso conocimiento que se ha generado sobre las mismas (1).

Dentro de las especies frutales arbóreas con potencial de desarrollo en Guatemala sobresalen algunas especies de la familia Sapotaceae. En la actualidad se le está dando cierta importancia a la producción de frutas tropicales, y en ese sentido las Sapotáceas no son la excepción. El zapote, presenta gran potencial económico como alternativa para diversificar la producción agrícola del país (1).

La presente investigación se baso en identificar el método más eficiente para la aceleración de la germinación y emergencia de plántulas de zapote por medio de semillas.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

El cultivo afronta problemas en cuanto a su desarrollo y establecimiento en plantaciones comerciales y esto debido a la falta de métodos de propagación que permitan la obtención de plantas con características homogéneas. Lo anterior tiene como consecuencia falta de uniformidad en las plantas obtenidas para el establecimiento en plantaciones comerciales y características del injerto que no podrían aprovecharse, tales como: precocidad, reducción del tamaño del árbol entre otros.

Se conoce que la germinación de la semilla de zapote, en algunos casos no representa problema alguno para su propagación, sin embargo, en la mayoría de los mismos se ha determinado que las semillas tardan para brotar de 40 hasta 70 días*.

Mediante técnicas para acelerar el proceso de germinación de las semillas y la emergencia de las plántulas podemos acortar el tiempo para el pronto establecimiento de una plantación comercial de zapote, las técnicas utilizadas fueron la escarificación mecánica de la semilla y la cobertura del semillero. Lo anterior puede traer como beneficio para el productor, la obtención de ingresos por venta de fruta en el menor tiempo posible.

De acuerdo con el Ing. Agr. Luis Arguello técnico de PROFRUTA¹, para que una planta de zapote pueda injertarse debe de permanecer 11 meses en el vivero; otros autores indican hasta 3 años (23).

3. JUSTIFICACIÓN.

En la presente investigación se propusieron algunos métodos para acelerar la germinación de las semillas de zapote y la emergencia de las plántulas, métodos como tratamiento de la semilla y sistemas de cobertura del semillero, como una posible solución para el mejoramiento, no solo del proceso de establecimiento de un semillero de una manera rápida y eficiente, sino también promoviendo un aumento significativo en la producción de plántulas, ya que en la actualidad se sabe que el sistema utilizado toma mucho tiempo para la obtención de las mismas.

Guatemala es un país que tiene un alto potencial para la producción de muchas especies cuyos productos en fresco y procesados tienen alta demanda internacional. Una de las debilidades con las que se cuenta para el desarrollo de tales especies es la falta de generación de conocimientos sobre la cadena productiva y lo concerniente a la transformación agroindustrial.

Dentro de las especies frutales arbóreas con potencial de desarrollo en Guatemala, sobresalen algunas especies de la familia Sapotáceas, de ellas el cultivo del zapote se sabe que genera para un productor alrededor de Q 30.00/ 54 Kg. de fruta fresca (117 lb); mientras que un agente de comercialización final vende

* Comunicación personal del Ing. Edgar Martínez.

¹ Comunicación personal

esa misma cantidad en peso entre Q65.00 a Q150.00, dependiendo si se destina a la industria o al consumo fresco. De la producción nacional de zapote el 25% de la fruta es procesada por la industria, otro 25% se exporta a México y El Salvador como fruta fresca y el restante 50% es consumido como fruta fresca en Guatemala.

Todo lo anterior demuestra la importancia del cultivo como tal, generando fuentes de empleo además de divisas al país, de allí la necesidad de la investigación.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1. Descripción botánica

El zapote *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn, pertenece a la familia Sapotáceas: es una especie polimorfa. Generalmente los árboles alcanzan hasta 30 metros de altura, de copa simétrica; son caducifolios. Las hojas se concentran en el ápice de las ramillas, sus formas van desde ovalada hasta lanceolada y miden de 10 a 30 centímetros de largo por 10 centímetros de ancho, en el lado superior son verde oscuro y brillante; en el inferior más claras y algunas presentan color herrumbre. Las flores brotan en grupos numerosos de dos a seis flores cada uno, en los nudos desfoliados de las ramillas y tienen de seis a ocho sépalos dispuestos en espiral. El fruto es una baya y la forma es muy variada entre plantas, hay frutos alargados, asimétricos, elipsoidales o casi redondos, con un peso que va desde los 200 gramos hasta los 3 kilogramos, la corteza del árbol es gruesa y quebradiza (16).

4.2. Producción de plantas

Cuando se habla de reproducción de plantas, se refiere en la mayoría de los casos a la proliferación de plantas por medio de sus respectivas semillas, y a dicho proceso se le conoce con el nombre de reproducción sexual. A las plantas obtenidas por semillas se les llama plántulas, término utilizado específicamente al periodo inmediato que sigue a la germinación de las semillas (7).

Con la reproducción de plantas en forma sexual, se corre el riesgo de obtener individuos con características distintas a la de la planta madre y esto debido a la llamada fecundación cruzada, o sea que la planta madre ha sido fecundada por polen de otra (22).

Antiguamente, en zapote, con fines comerciales, se realizaba la propagación por medio de semillas, con el inconveniente que se manifestaba una variabilidad muy grande en tamaño, forma, calidad del fruto y en su rendimiento productivo. Estas condiciones completamente inadecuadas para aplicarse en plantaciones comerciales, hicieron que en la actualidad se prefiera la propagación vegetativa de variedades superiores, que puede ser por medio de injertos de aproximación de yema, de escudete, de hendidura, de partidura, lateral, de arco y acodo aéreo, siendo el de enchape lateral el que ha producido mejores resultados para el cultivo de zapote.

Por lo anterior, el uso de semillas se recomienda únicamente para la producción de patrones, que posteriormente serán utilizados para la practica conocida como injertación, obteniendo de esta forma plantas con características deseables en cuanto al tamaño de la planta, producción etc. evitando el alto grado de heterogeneidad genética (12).

Las plantas provenientes de semilla se usan todavía, pero exclusivamente para patrones. Las plantas obtenidas de semilla deben tener de 2 a 3 años de edad antes de que se les considere de tamaño adecuado para injertarlas (23). Según comunicación directa con personas dedicadas a la producción de este cultivo, el tiempo necesario para que una planta de zapote pueda ser utilizada como patrón es de 11 meses.

4.3. Técnicas de propagación por semillas

Una semilla es una entidad viviente que sirve como un puente entre las generaciones de una planta. Se forma en el pistilo de una flor y se desarrolla a partir del óvulo después de la fertilización. A medida que el óvulo fertilizado crece y se desarrolla, se transforma en el embrión de la semilla. El embrión es una planta completa en miniatura, ya que esta formado por los primordios de las hojas, del tallo y de la raíz. Al mismo tiempo que ocurre el desarrollo y el crecimiento del embrión, se almacenan sustancias alimenticias para su posterior uso. La parte exterior de las semillas se conoce como testa, la cual cubre el embrión y el endospermo, sirviendo como protección contra las lesiones mecánicas, la pérdida excesiva de agua y otras condiciones desfavorables (17).

La propagación por semilla implica el manejo cuidadoso de las condiciones de germinación y de las instalaciones, su éxito dependerá del grado con que se satisfagan las condiciones siguientes:

- La semilla debe conservar las características que el propagador desea cultivar, lo que puede lograrse obteniendo semillas certificadas o de procedencia confiable, donde se sigan los principios de selección.
- Debe superar cualquier condición de letargo que pudiera inhibir la germinación, aplicando los tratamientos de escarificación adecuados.
- Las semillas deben ser viables y capaces de germinar.
- Proporcionar las condiciones ambientales debidas: humedad, temperatura, luz, etc., para un mejor establecimiento de las plántulas (7).

4.4. La germinación

La germinación es el proceso de reactivación de la maquinaria metabólica de la semilla conducente a la emergencia de la radícula (raíz) y de la plúmula (tallo), culminando en la producción de una plántula (7).

4.5. Condiciones para la germinación

Cuando las semillas germinan, en realidad están reanudando el crecimiento para desarrollarse en plantas maduras. La germinación de las semillas viables depende de factores ambientales favorables de temperatura, humedad y oxígeno. Los tipos de temporada fresca tienen sus propios límites óptimos de temperatura para la germinación. Las temperaturas desfavorables disminuyen la germinación y ocasionan un nacimiento irregular de las plántulas; la humedad es un factor esencial para que las semillas se hinchen, se agranden las células y el alimento se transporte dentro de la semilla. La velocidad de la respiración es alta en la zona de crecimiento activo de las plantas; por consiguiente, se necesita un suministro abundante de oxígeno para que las semillas germinen. Para algunas especies, parece ser que la luz también es un factor esencial para su germinación (17).

4.6. Categorías de letargo de semillas

Letargo, se refiere a los diferentes mecanismos internos que las semillas emplean para controlar el inicio de la germinación (7).

En la mayoría de especies con semillas, durante la maduración se desarrollan dichos controles internos que impiden la germinación y persisten en la semilla durante un periodo posterior a la cosecha. El origen de esos controles de la germinación es parte del proceso de desarrollo de la semilla. Para imponer el letargo a las semillas, interaccionan dos mecanismos principales: a) la acumulación en diferentes tejidos del fruto y de la semilla de inhibidores químicos del crecimiento y b) el desarrollo de cubiertas de la semilla que controlan la absorción de agua, la permeabilidad a los gases y la lixiviación de los inhibidores. Es probable que el inhibidor de ocurrencia natural más importante sea el ácido abscísico, que se acumula en los frutos y semillas durante el desarrollo, y esta asociado con la maduración (7).

La cubierta de las semillas desempeña un papel crucial en el control de la germinación, las bases morfológicas para esos efectos se establecen durante las fases tardías de la maduración. Las cubiertas se originan principalmente de la capa externa de los tegumentos, la cual se vuelve dura, fibrosa o mucilaginosa durante el período de maduración y deshidratación, además pueden sacarse capas de los frutos carnosos y convertirse en parte de la cubierta de la semilla (7).

Diversos tipos de mecanismos internos de control de germinación de las semillas producen distintas clases de letargo, a continuación se mencionan algunos de ellos:

- a) Letargo químico
- b) Letargo mecánico
- c) Letargo por la cubierta de las semillas (14).

4.7. Métodos de escarificación

4.7.1. Escarificación

Es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar la testa (cubierta) de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases ayudando de esta manera a la germinación de las mismas (17).

4.7.2. Escarificación mecánica

Raspar con lija las cubiertas de las semillas duras, limarlas o quebrarlas con un martillo, son métodos útiles y sencillos para cantidades pequeñas de semillas relativamente grandes, las semillas pueden hacerse girar en tambores forrados con papel lija o en mezcladoras de concreto, combinadas con arena gruesa o grava. Para facilitar el proceso posterior, la arena o grava deben ser de tamaño diferente al de las semillas (7).

La escarificación no debe hacerse hasta el punto en que se dañen las semillas. Por lo general, las cubiertas de las semillas deben tener un color mate, pero no deben estar tan picadas o rajadas para que queden expuestas las partes internas de las mismas (7).

4.7.3. Escarificación con agua caliente

Se coloca un recipiente de agua a una fuente de calor y cuando el agua se encuentra a una temperatura entre 77 y 100 °C se retira de dicha fuente y se introducen las semillas por un periodo de 12 a 24 horas en el agua que se irá enfriando gradualmente, las semillas que no se han hinchado se separan y se remojan nuevamente para someterlas a otro tratamiento (7).

4.7.4. Escarificación con ácido

Las semillas se colocan en un recipiente y se cubren con ácido sulfúrico concentrado (de peso específico 1.84) en proporción de una parte de semilla por dos de ácido, la cantidad de semilla que se trate a la vez no debe sobrepasar los 10 Kg. para evitar un calentamiento incontrolable, los recipientes deben ser de vidrio, cerámica o madera, no de metal o plástico, durante el tratamiento, la mezcla debe moverse con todo cuidado a ciertos intervalos a fin de obtener resultados uniformes e impedir la acumulación de los materiales oscuros,

resinosos, de las cubiertas de las semillas. Como la agitación tiende a elevar la temperatura, se debe cuidar de no efectuar una mezcla demasiado vigorosa para evitar dañar las semillas; el tiempo del tratamiento varia desde 10 minutos hasta 6 horas o más dependiendo de la especie. Al final del tratamiento las semillas se lavan para quitarles el exceso de ácido (7).

4.7.5. Escarificación cálido-húmeda

Conservando las semillas en un medio no estéril, cálido-húmedo (tierra arenosa no pasteurizada) por ejemplo, durante varios meses, se pueden ablandar las cubiertas de las semillas debido a la actividad de los microorganismos (7).

4.8. Semilleros

El semillero es el lugar destinado a la germinación de la semilla y su desarrollo.

En un programa de tecnificación donde el objeto básico es obtener buenas cosechas, es necesario tener plantas sanas, vigorosas y de buena producción; esto se logra seleccionando semilla que garantice la obtención de los resultados deseados. El proceso de selección debe iniciarse desde las plantas madre (variedades), considerando las características físicas inherentes a la variedad y la capacidad de producción; además es importante implementar programas de injertación (8).

4.9. Coberturas para semilleros

4.9.1. Cobertura plástica:

En los materiales que se utilizan para el recubrimiento de los semilleros, la característica que más nos interesa es su transparencia; solamente si ésta es buena se consiguen unas condiciones ambientales favorables para el desarrollo de las especies cultivadas.

Entre los materiales utilizados para cobertura se pueden mencionar:

- a) Polietileno
- b) Polimetilmetacrilato
- c) Resina poliéster
- d) Cloruro de polivinilo etc. (9).

4.9.2. Cobertura de hoja de palma:

Otro tipo de cobertura utilizado es paja de una especie de gramínea seca, que esté libre de semilla; pastos de hoja angosta y larga, el vetiver (Apacin) *Petiveria alliacea*, el jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y hoja de palma (familia Arecaceae), son buenos materiales, sobre una serie de rejas o enramada de varas transversales, apoyadas sobre soportes verticales. El propósito de las coberturas es crear condiciones más estables de humedad y temperatura, a la vez protegerlo de la acción directa del agua de riego o de cualquier otro agente extraño (8).

4.10. Características de las coberturas

Una de las coberturas utilizadas fue, a) Plástico, en forma de laminas flexibles (filmes): con la ventaja de su bajo costo, dicho polímero es transparente, reduciendo lo menos posible la cantidad de luz incidente, además de no dejar escapar el calor que dentro de la estructura se estará generando, propiciando una temperatura adecuada para la germinación. El plástico utilizado se colocó alrededor y sobre una estructura de bambú, la cual tubo una altura de 0.75 m X 1.00 m de ancho X 2.00 m de largo. b) Hoja de palma: sobre una estructura similar a la anterior se colocó una cubierta de hoja de palma, únicamente en la parte superior, con la finalidad de proteger el semillero contra los rayos directos del sol y del golpe fuerte de la caída de las gotas del agua de riego y/o de lluvia, generando con ello un ambiente adecuado a la germinación de las semillas, la estructura cubierta con hoja de palma no se encontraba cubierta por los costados.

4.11. Invernaderos

La principal diferencia en un cultivo al aire libre y en invernadero es el control del medio ambiente que las plantas necesitan para su mejor desarrollo. El invernadero es una instalación donde se desarrollan plantas, donde es posible controlar los factores ambientales, principalmente la temperatura, que es quien marca la diferencia entre simple supervivencia y máxima producción. Es un agente modificador del clima y los cultivos son llamados protegidos o forzados. Puede construirse de metal o de madera, recubierta de vidrio o plástico, además de estar constituido por sistemas de aireación, calefacción y riego (9).

4.12. Ventajas y desventajas de la utilización de invernaderos

Cultivar bajo un techo de nylon (movible) representa varias ventajas:

- a) En dicha estructura se forma un microclima que permite cultivar durante todo el año.
- b) Existe un mejor control del ambiente, porque con un adecuado sistema de circulación del viento, se maneja la temperatura y la humedad, también se controla la cantidad de riego.
- c) Con el nylon se pueden proteger los cultivos contra el daño de los vientos fuertes y contra el agua de lluvia.
- d) Debido a las temperaturas elevadas se adelanta el crecimiento de las plantas y su cosecha, además se pueden lograr más recolecciones por año.
- e) Con el ambiente controlado se mejora la planificación, la producción escalonada, la diversificación, asociación y rotación de los cultivos.
- f) Además, se puede organizar, según la necesidad del mercado, para cosechar cuando hay escasez.
- g) El control de plagas y enfermedades se vuelve más fácil, especialmente cuando se puede aplicar el control biológico (uso de enemigos naturales) y las fumigaciones con productos orgánicos.

Desventajas

- a) Inversión inicial alta
- b) La recuperación de la inversión es a largo plazo
- d) Costos de mantenimiento altos (17).

4.13. Características de los materiales utilizados

1. Transparencia (cantidad de luz que pasa)
2. Porosidad del material utilizado como sustrato
3. Larga vida útil
4. Fácil manipulación
5. Bajo costo
6. Grado de protección térmica (17).

4.14. Propagación del Cultivo

La propagación de Sapotáceas se ha realizado durante años a través de semilla, ocasionando variabilidad genética respecto a tamaño, forma y calidad del fruto, por lo que esta forma de propagación se ha considerado como inadecuada para su explotación de tipo comercial (6).

Las semillas de zapote son recalcitrantes, producen gran cantidad de aceite, germinan en un promedio de 55 días y su poder germinativo es corto por lo que es necesario colocarlas en camas de germinación durante los primeros 5 días después de extraídas del fruto. Se deben seleccionar las semillas de mayor tamaño que generalmente dan origen a plantas más vigorosas.

En el vivero deben realizarse atomizaciones con abonos foliares; las plagas y enfermedades se deben combatir adecuadamente.

En cuanto al proceso de injertación, para que sea eficiente debe haber compatibilidad entre el injerto y el porta injerto; el cambium de la vareta debe quedar en contacto directo con el porta injerto, la injertación debe realizarse en una época en la que el patrón y la vareta estén en estado fisiológico adecuado, una vez realizada la injertación, todas las superficies cortadas deben protegerse del desecamiento y de patógenos.

La propagación por medio vegetativo es conveniente porque propaga los genotipos deseables o de mayor producción, además de reducir el tiempo de producción que cuando se propaga por semilla.

En la selección y preparación de patrones de zapote, preferiblemente el porta injerto se debe seleccionar, de plantas propagadas por semillas, aunque estas, presenten problemas de uniformidad. Para la selección de semillas que servirán para porta injerto, debe tomarse en cuenta un árbol madre que muestre características aceptables de forma, sanidad, resistencia a plagas y enfermedades, entre otras.

Además indica que cuando las semillas germinadas tienen de 15 a 20 cm. de altura se recomienda preparar el vivero para injertar y fertilizar (13).

4.15. Plagas y Enfermedades

El cultivo de sapotáceas es relativamente nuevo, por lo tanto no se cuenta con información propia validada sobre el aspecto fitosanitario de estas plantas (1).

Son muy pocas las plagas que atacan al zapote y el daño que ocasiona rara vez es significativo. Entre estas se encuentran las siguientes:

- a) *Diaprepes* spp. (barrenador de la raíz de la caña de azúcar o vaquita)
- b) *Tetranychus urtica* Koch. (araña roja)
- c) *Neutermes* spp. (termitas)
- d) *Pseudalacaspis* spp. (escamas).

Hasta el momento esta especie no ha sido afectada severamente por enfermedades, sin embargo existen indicadores de algunas provocadas por hongos, entre los que están:

- a) *Colletotrichum gloesporium* Corda (antracnosis)
- b) *Phyllosticta* spp.
- c) *Uredo* spp. (roya) (1).

Debido a que las especies frutícolas sapotáceas no forman parte de un sistema de producción agrícola extensivo ni intensivo, poco se ha estudiado en el aspecto de plagas y enfermedades. Sin embargo, las moscas de la fruta (*Anastrepha ludens* y *Ceratitis capitata*) parecen ser uno de los problemas más grandes, pues la presencia de larvas de dichos insectos disminuye las posibilidades de exportación de fruto fresco.

Algunos estudios se han conducido en otras especies como “canistel” con el objetivo de eliminar los efectos de la infestación de la mosca de la fruta. Otro insecto que puede ser importante es *Phytophaga* spp., siendo uno de los factores más limitantes para el cultivo de “chicozapote” en Puerto Rico. En CATIE se han seleccionado algunas introducciones de *Manilkara* y *Chrysophyllum* resistentes al ataque de *Conotrachelus* y otros insectos (2).

Poco se conoce sobre enfermedades en las sapotáceas, reportándose tan solo algunas que afectan al cultivo de zapote en los Estados Unidos. Para el caso de Guatemala, se reporta la presencia de dos

enfermedades presentes en plantaciones de zapote; la primera, conocida como “muerte descendente”, siendo el agente causal el hongo *Boytosphaeria obtusa* (1). Esta enfermedad se manifiesta como un secamiento paulatino a partir del ápice hacia la base. Se observa formación de tejido necrótico a todo lo ancho y en la región de avance se presenta una depresión o ahorcamiento. La segunda enfermedad reportada es conocida como “cáncer en el tallo”, siendo el agente causal el hongo Ascomycete *Hypoxyton* sp., el cual produce en los tallos lesiones deprimidas hacia el centro y expandidas en los bordes en forma ovalada o semi alargada.

La planta afectada presenta escaso desarrollo, amarillamiento generalizado, las hojas con tintes rojizos parecidos a una deficiencia de fósforo, seguido por defoliación ascendente y finalmente la muerte del árbol.

Conforme se intensifique el cultivo de las sapotáceas y con ello los materiales que se utilicen sean más uniformes y susceptibles, la presencia de plagas y enfermedades será un factor más importante a considerar (2).

4.16. Promoción y selección de materiales genéticos promisorios

El establecimiento de plantaciones comerciales requiere la disponibilidad de materiales genéticos promisorios, con demanda en el mercado local y con características uniformes, tanto del tipo de árbol como del fruto. Este ha sido uno de los problemas principales que han afrontado los agricultores que se han aventurado a sembrar extensiones considerables de “zapote” en Guatemala. En el mercado nacional hay poca oferta de material reproductivo de buena calidad, observándose mucha variación en los árboles ya establecidos (2).

4.17. Obtención del porta injerto

Al obtener la semilla, se procede a lavarla y secarla por 2 días aproximadamente, luego se coloca en bolsas de polietileno negro. La semilla germina regularmente entre los 15 - 40 días. El patrón está listo para ser injertado entre los 8 y 12 meses cuando posee un diámetro de 1.5 cm. Durante el tiempo en el cual el patrón se encuentra en el vivero únicamente recibe una fertilización con urea a razón de 1 gramo por bolsa aproximadamente (2).

4.18. Rendimientos

Los rendimientos obtenidos de zapote se han observado a partir del séptimo año en algunas plantas y en el octavo y noveno años en la mayoría de las mismas (2).

4.19. Zonas productoras de zapote en Guatemala

4.19.1. Región Sur-occidental

Asociación de zapote y café

La producción de fruto de zapote en este sistema es una actividad realizada principalmente por el pequeño y mediano productor de café y la cataloga como una actividad secundaria. Las plantas de zapote existentes en este tipo de sistema son plantas reproducidas sexualmente. Las plantas se encuentran dispersas dentro de las plantaciones de café, cumpliendo una doble función; participando como reguladora del microclima es decir proporcionando sombra al café. Este sistema de producción representa la mayor parte de la producción de frutos de zapote del país y fue identificado en la región sur occidental de Guatemala en los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, San Marcos y la parte baja de Quetzaltenango y Sololá. Es más frecuente en los municipios de estos departamentos ubicados en un rango de altura de 450 a 1,000 metros sobre el nivel del mar. El 89% de la producción de frutos de zapote provienen de este tipo de asocio con café. En la región sur-occidental se cuantificó una producción promedio de 4,940 toneladas métricas (tm) de fruto de zapote por temporada (1).

El número de plantas que posee cada productor de zapote varía de 7 a 48 árboles por productor. Los rendimientos obtenidos por planta en este sistema son variables y se pueden esperar rendimientos de 275 a 550 frutos por árbol o un equivalente en peso de 132-240 Kg. (300 a 550 lbs). Es importante mencionar que el rendimiento de frutos de zapote muestra alternancia, es decir que en cierto año la producción tiende a ser relativamente alta y en el año siguiente esta declina considerablemente. Dentro de este sistema de producción se identificaron alrededor de 2,000 productores (1).

Plantaciones de zapote en monocultivo

Las plantaciones comerciales de zapote son escasas en el país. En la región sur-occidental se identifican ocho, distribuidas en Retalhuleu, San Marcos, Suchitepéquez y Quetzaltenango, la localización de ellas es la siguiente: Finca San José El Nil, se encuentra en el municipio de El Asintal del departamento de Retalhuleu. Esta finca cuenta con 34 hectáreas del cultivo de zapote establecidas en el año de 1991 a 160 m.s.n.m. Finca Versailles, se encuentra en el municipio de Nuevo San Carlos del departamento de Retalhuleu a una altura de 450 m.s.n.m., esta finca cuenta con 3.6 hectáreas de zapote, establecidas en 1993. Finca La Esperancita, se encuentra en el municipio de Nuevo San Carlos del departamento de Retalhuleu, cuenta con 2.45 hectáreas de zapote, las cuales fueron establecidas en 1991. Finca La Esperanza, se encuentra en el municipio de Samayac del departamento de Suchitepéquez a una altura de 620 m.s.n.m., cuenta con una extensión de 1.3 hectáreas de zapote, establecidas en 1990. Finca María, se encuentra en el municipio de San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, se encuentra en los márgenes del río Pancero, posee una extensión de 2.5 hectáreas de cultivo de zapote establecidas en 1994. Finca el Tambor, pertenece al departamento de Quetzaltenango, a una altura de 600 m.s.n.m. posee 10 hectáreas de zapote establecidas en 1994. Finca la Esperanza, ubicada en la aldea San Rafael Tierras del Pueblo, Mazatenango, Suchitepéquez, posee 1 hectárea del cultivo de zapote, establecida en 1990. Finca Venecia, ubicada en el municipio de El Rodeo, Departamento de San Marcos, posee una extensión de 7.5 hectáreas de zapote establecidas en 1994 (1).

4.19.2. Región oriental

Quezaltepeque, Chiquimula

Huertos frutales

La producción zapotera de esta región proviene de plantas de zapote ubicadas dentro de huertos frutales, la producción de fruta fresca de zapote por temporada en esta zona es de 18,522 quintales, equivalente a 842 toneladas métricas. De estos huertos frutales se calcula que se obtiene el 43% de la producción total de zapote de esta región que equivale aproximadamente a unas 362 tm de fruta fresca. Dentro de este sistema hay productores que poseen de 2 a 37 plantas de zapote en extensiones de 3 cuerdas hasta 2 manzanas (0.2 a

1.4 ha) de terreno donde estas plantas se encuentran dispersas. El 55% de los huertos identificados tienen de 1 a 10 plantas, 37% poseen de 11 a 20 plantas y 8% poseen hasta 37 plantas de zapote en producción. El rendimiento promedio para esta zona y en este tipo de sistema de cultivo para el año de 1999 fue de 425 frutos por planta, con un rango de producción de 350 hasta 2,000 frutos por planta. Para el año 2000 los rendimientos se vieron mermados en más del 50% con respecto al año anterior, lográndose rendimientos medios de 200 frutos por planta.

La cosecha para esta región se realiza en los meses de enero a abril. Para la realización de la cosecha utilizan varas de bambú o de otros materiales con los cuales se golpea al fruto para que se desprenda del árbol y caiga al suelo lo cual provoca que algunos frutos se dañen.

Asocio de zapote y café

El 57 % de la producción total de la subregión de Quetzaltepeque, Chiquimula, proviene de plantas de zapote que proporcionan sombra al cultivo del café. Se reportan rendimientos de 300 a 600 frutos por planta.

La cosecha es realizada por intermediarios que compran la fruta en pie (en el 86% de los casos).

4.19.3. San Agustín Acasaguastlán, El Progreso

Dentro de esta zona se determinó que el 3.2% de los productores de zapote posee plantaciones en monocultivo, 16% lo utiliza como sombra de café y el 80.8% tienen el zapote en huertos frutales, la producción de zapote de esta región se realiza en las riveras de los ríos Hato, Timiluya, Aguahiel y Comaja.

En esta región se identificaron 440 productores de zapote en las aldeas: Vado Ancho, Puerta de Golpe, El Conté, Chanrayo, El Nanzal, Timiluya, Las Escaleras, La Sidra, Aguahiel Arriba, Tulumaje, Tulumajillo, Comaja, Magdalena, Guaytán Abajo y en las áreas periféricas al centro urbano de San Agustín Acasaguastlán. La producción promedio por productor se estimó en 48 quintales (2 toneladas) de fruta fresca por año, lo cual representa una producción total de 17,328 quintales de fruta fresca durante la temporada de producción, lo que equivale a 788 toneladas métricas.

La cosecha de zapote para esta zona se realiza en los meses de septiembre a marzo, para lo cual utilizan varas de bambú con un bolsón al final que se utiliza para recibir la fruta y esta no caiga al suelo y se dañe.

En esta zona se estimaron pérdidas de hasta un 50% debido al daño mecánico en el fruto al caer al suelo durante la cosecha (1).

4.20. Época de fructificación de *Pouteria sapota* en Guatemala

Localidad	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Olopa y San Juan Ermita, Chiquimula	XXXXXXXXXX											XXXX
Quezaltepeque, Chiqui- mula	XXXXXXXXXX											
Rio Hondo y Zacapa	XXXXXXXXXX											XX
Joyabaj, Sacapulas, Za- cualpa, Quiché.							XXXXXXX					
Petén	XXXXXXXXXXXXXXXXXX											
Norte de Alta Verapaz	XXXXXXXXXX											
Costa sur	XXXXXXXXXX											

Fuente Azurdía, C; et.al. 1995 (1)

4.21. Investigaciones realizadas en sapotáceas

Trabajos con zapote, eliminando la testa de las semillas, mejoró la velocidad de germinación, pero redujo su porcentaje, así como el crecimiento posterior de las plántulas en relación a semillas con testa rajada o intacta. Los resultados de dicha investigación en semilla con testa rajada fueron de 54% de germinación a los 60 días después de la siembra y de 67% a los 90 días después de la siembra (5).

Investigaciones en otras sapotáceas como Chicozapote [*Manilkara zapota* (L.) P. Royen] indican que la germinación de las semillas demora más de 40 días después de la siembra, con 0% de germinación en semillas con testa eliminada contra 28% y 30% de germinación en semillas con testa rajada a los 60 y 90 días después de la siembra respectivamente (4).

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. Información general del área

Antecedentes de la finca

La finca Sabana Grande fue dada a la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) según acuerdo gubernativo de fecha 20 de junio de 1957, emitido por el Órgano del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (actualmente es el ministerio de Finanzas Públicas) y paso a formar parte de sus activos el día 11 de Agosto de ese mismo año, actualmente la finca Sabana Grande es administrada por la Facultad de Agronomía de la USAC (24).

En los considerandos del acuerdo gubernativo, se dejan implícitos los fines de la donación, los cuales son: prestar el apoyo necesario a la Universidad de San Carlos como un medio para el desarrollo de sus actividades y dotar a la Facultad de Agronomía de un inmueble para sus prácticas y labores de experimentación, ya que por la naturaleza de las enseñanzas que imparte, está llamada a contribuir a la producción agrícola del país (24).

5.2. Ubicación y localización geográfica

La finca Sabana Grande se encuentra localizada en la aldea El Rodeo, en el departamento de Escuintla en las coordenadas 14° 22' 03" Latitud norte y 90° 49' 48" Longitud oeste (24) (Figura 1).

5.3. Relieve y fisiografía

El relieve va de gradualmente ondulada a plana con pendientes que van de 0% al 3%, la elevación promedio es de 770 m.s.n.m. con un rango que va desde los 745 a 795 m.s.n.m. (24).

Según el mapa de regiones fisiográficas de Guatemala, la finca Sabana Grande se encuentra dentro de la región fisiográfica denominada pendiente volcánica reciente (10).

5.4. Clima y zona de vida

Según el mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, (15); la finca Sabana Grande presenta un clima cálido sin estación fría bien definida, muy húmedo con estación seca bien definida.

Según la estación meteorológica Sabana Grande (11), la precipitación del año 2000 fue de 2585.3 mm, distribuida en 122 días de lluvia, la humedad relativa media varió de 66% a 90% y la temperatura media de Enero a Diciembre del 2000, tuvo una variación de 23 °C mínima y 25 °C máxima.

Según el mapa de zonas de vida de Guatemala (3), basado en el sistema de clasificación de Holdridge, la finca Sabana Grande se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque muy Húmedo Sub-Tropical cálido bmh-S (c).

5.5. Geología y suelos

Según el mapa geológico de Guatemala (20), los suelos de la finca Sabana Grande son de origen cuaternario formados por sedimentos de origen volcánico, de acuerdo al estudio de suelos a nivel de reconocimiento elaborado por Simmons y colaboradores (21), los suelos de la finca Sabana Grande pertenecen a la serie Alotenango, caracterizada por suelos profundos, bien drenados, de textura franca entre otras características.

5.6. Hidrografía

Según el mapa de regiones fisiográficas de Guatemala (10), la finca Sabana Grande se encuentra ubicada dentro de la cuenca del río Guacalate, el cual es tributario principal del río Achiguate que pertenece a la vertiente del Pacífico; la finca se encuentra en la parte media de la cuenca del río Guacalate, caracterizada por pendientes suaves no mayores del 10% (típico de la zona de pié de monte) pues se encuentra ubicada en una zona de acumulación de agua, la cual ha sido absorbida en la parte alta de la cuenca hidrográfica.

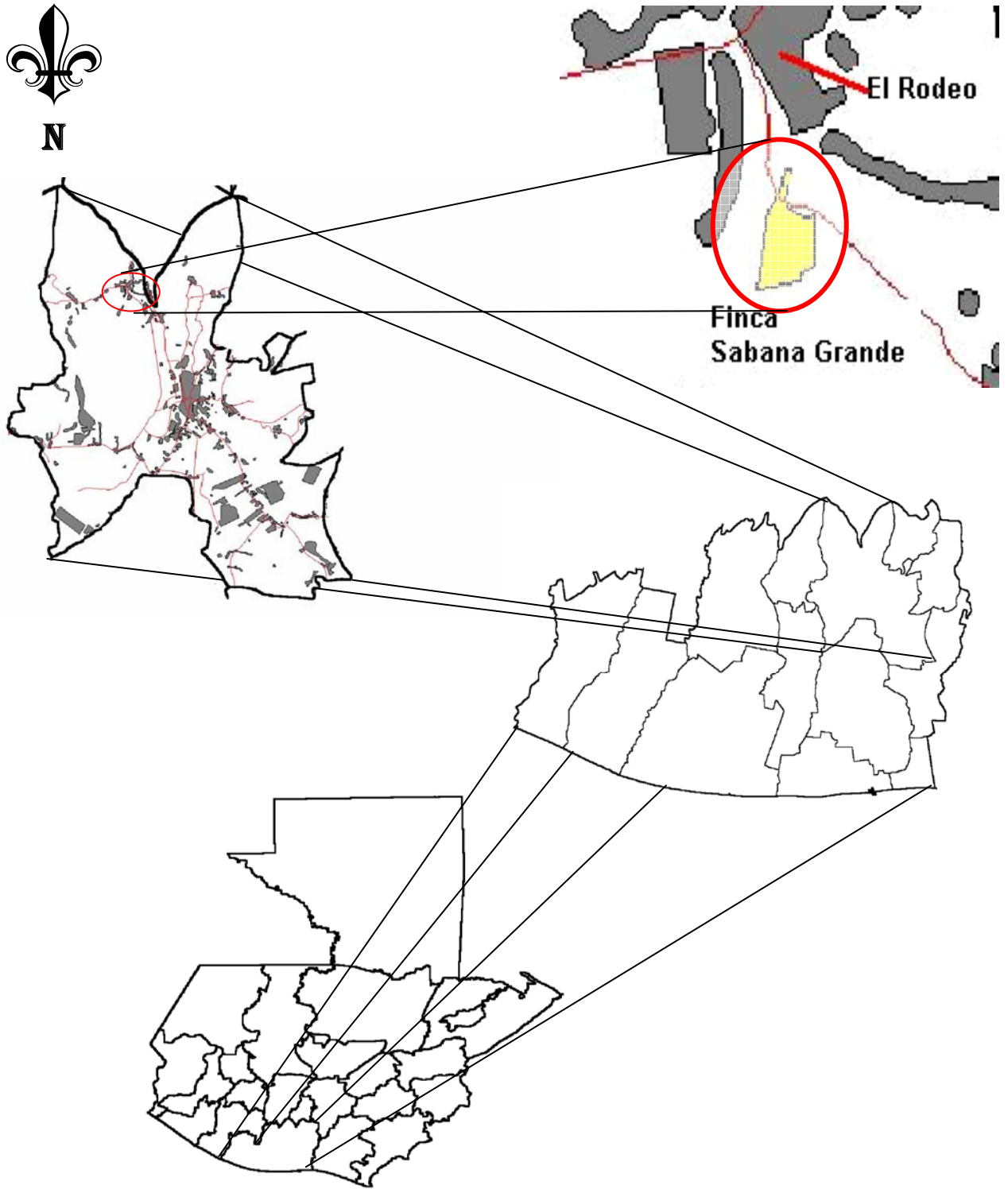


Figura 1: Ubicación finca Sabana Grande
Escala: Sin escala

6. OBJETIVOS

6.1. General

a) Evaluar el efecto de coberturas y escarificación física de semillas sobre la germinación y emergencia de plántulas de zapote.

6.2. Específicos

a) Determinar si la cobertura del semillero de zapote reduce el tiempo de emergencia de las plántulas.

b) Determinar si la cobertura del semillero mejora el porcentaje de emergencia de las plántulas en el semillero.

b) Determinar si la escarificación física de las semillas de zapote mejora el porcentaje de emergencia de plántulas en el semillero.

c) Determinar si los tratamientos de cobertura y escarificación física de semillas son rentables y económicamente viables.

7. HIPOTESIS

H_{01} = Las coberturas de los semilleros de zapote mejoran la emergencia de las semillas.

H_{02} = La escarificación física de las semillas de zapote mejora la emergencia y reduce el tiempo para la misma.

H_a = Al menos una de las coberturas sobre semillero y la escarificación física de semillas resulta económicamente rentable en la producción de plántulas.

8. METODOLOGÍA

8.1. Descripción del área experimental

El experimento se llevó a cabo en la Finca Sabana Grande, la cual está situada a una altitud promedio de 770 m.s.n.m., en el área utilizada anteriormente para la elaboración de almácigos de café, que cuenta con un sistema de riego por aspersión permanente.

8.2. Factores por evaluar

Factor A: Cobertura (Parcela grande)

Niveles del Factor A

A₁) Cobertura con plástico

A₂) Cobertura con palma

A₃) Sin cobertura

Factor B: escarificación de la semilla (Parcela pequeña)

Niveles del Factor B

B₁) Escarificado

B₂) Sin escarificar

8.3. Tratamientos

8.3.1. Escarificación de las semillas

Una vez extraída la semilla del fruto de zapote, se lavó y secó a la sombra por dos días, al final del segundo día se procedió a quebrar la testa de la misma con un mazo de madera, teniendo el cuidado de no dañar el embrión, luego se sumergieron todas las semillas de los tratamientos en agua a temperatura ambiente por 24 horas, por ultimo se procedió a la siembra en las camas de germinación.

Cuadro 1. Tratamientos por evaluar

T ₁ = Cobertura de plástico y semilla escarificada
T ₂ = Cobertura de plástico y semilla sin escarificar
T ₃ = Cobertura de palma y semilla escarificada
T ₄ = Cobertura de palma y semilla sin escarificar
T ₅ = Sin cobertura y semilla escarificada
T ₆ = Sin cobertura y semilla sin escarificar

8.4. Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1.

Cobertura de plástico y semilla escarificada: el sustrato se elaboro con partes iguales de arena blanca y tierra (1:1), esta ultima bien mullida y tamizada eliminando terrones, piedras, raíces y demás agentes extraños del suelo. Dicha mezcla fue tratada fitosanitaria mente para la eliminación de agentes patógenos del suelo, semillas de malezas etc. Una vez hecha la mezcla se elaboraron las camas de germinación con un espesor de 10 a 15 centímetros.

Luego de extraídas las semillas, se lavaron y se pusieron a secar a la sombra por dos días, todo esto se realizó de la misma forma para todos los tratamientos (del T1 al T6).

Para el tratamiento 1, la semilla se escarificó al final del segundo día, quebrando la testa de la misma con un mazo de madera y sumergiéndola por 24 horas en agua a temperatura ambiente, sembrándola al cuarto día, la estructura utilizada tanto en el tratamiento uno como en el dos estuvo forrada en su totalidad con plástico transparente, permitiendo el ingreso de luz e incrementando la temperatura dentro de dicha estructura.

Tratamiento 2.

Cobertura de plástico y semilla sin escarificar: Al igual que el tratamiento 1 todos los pasos se realizaron de la misma forma con la diferencia que la semilla de este tratamiento se sembró intacta (no se quebró la testa).

Tratamiento 3.

Cobertura de palma y Semilla escarificada: La escarificación de la semilla fue la misma que el tratamiento 1 (sumergida en agua por 24 horas con la testa quebrada), la variación en este tratamiento fue la cobertura utilizada, ya que se trata de hoja de palma sobre la estructura ya establecida, que le brindó protección contra los rayos directos del sol y contra el golpe causado por las gotas durante una precipitación y/o el riego.

Tratamiento 4.

Cobertura de palma y semilla sin escarificar: Este tratamiento al igual que el tratamiento 3, se trabajó bajo las mismas condiciones de cobertura, diferenciándose únicamente en la siembra de la semilla la cual fue sin escarificar (sin testa quebrada).

Tratamiento 5.

Sin cobertura y semilla escarificada: este tratamiento se trabajó sin cubrimiento alguno, con la testa de la semilla quebrada y sumergida en agua por 24 horas, al igual que los tratamientos 1 y 3.

Tratamiento 6.

Sin cobertura y semilla sin escarificar: se trabajó igual al tratamiento 5 sin cubrimiento alguno, con la variante de la semilla que no fue escarificada. La siembra de la semilla se realizó en forma horizontal cubierta totalmente por el sustrato.

8.5. Materiales utilizados en el experimento

Se utilizó un sustrato conformado por la mezcla de arena blanca más tierra, la que sirvió para la elaboración de los semilleros, nylon de color transparente, hoja de palma y bambú.

8.6. Elaboración de sustrato

Los componentes del sustrato fueron principalmente suelo y arena blanca en las proporciones 1:1. El sustrato fue sometido a un tratamiento fitosanitario, que consistió de una aplicación de un desinfectante al suelo con un campo de acción que abarco nematodos, hongos, insectos del suelo, sus larvas y huevos, semillas anuales y algunas perennes.

8.7. Obtención de la semilla

Esta se colectó de centros de acopio, ubicados en la Costa Sur (Mazatenango, Suchitepéquez). Los frutos seleccionados para la obtención de la semilla fueron uniformes en tamaño y madurez fisiológica. Al obtener la semilla, se procedió a lavarla y secarla por 2 días aproximadamente; debido a que las semillas de zapote producen gran cantidad de aceite (son recalcitrantes) y su poder germinativo es corto, se colocaron lo antes posible en las camas de germinación.

8.8. Siembra de la semilla

Esta se sembró en forma horizontal (echada), cubierta en su totalidad, esto con el fin de favorecer al buen desarrollo tanto del epicotilo como del hipocotilo. La siembra se realizó en semillero (camas de germinación).

8.9. Diseño experimental

Los tratamientos evaluados se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \xi_{ij} + \rho_k + \alpha\rho_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta de la ijk -ésima unidad experimental

μ = Efecto de la media general

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A

ξ_{ij} = Error experimental asociado a la parcela grande

ρ_k = Efecto del k -ésimo nivel del factor B

$\alpha\rho_{ik}$ = Efecto debido a la interacción del j -ésimo nivel del factor A con los k -ésimos niveles del factor B.

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la parcela pequeña.

8.10. Unidad Experimental

Cada unidad experimental la conformó un área de 2.00 metros cuadrados (1.00 x 2.00 m), en cada una de las cuales se distribuyó cincuenta (50) semillas de zapote.

8.11. Aleatorización

Para la aleatorización se utilizó una caja conteniendo nomenclatura que representaba a cada factor y nivel de los tratamientos, extrayéndolos al azar para distribuir los mismos en las parcelas y sub parcelas.

8.12. Variables respuesta

- a. Porcentaje de plántulas emergidas
- b. Altura de planta
- c. Días a la emergencia

8.13. Manejo del experimento

El sustrato utilizado, en el semillero, se desinfectó 10 días antes de la siembra. Los frutos seleccionados para la obtención de la semilla fueron uniformes en tamaño y madurez fisiológica, ya que un fruto sobre maduro puede presentar una semilla germinada lo que ocasiona deformaciones durante el desarrollo de la planta. Un fruto inmaduro (poco sazón) tiene una semilla fisiológicamente no desarrollada e inmadura. Las semillas se extrajeron del fruto y se lavaron con agua, dejándolos secar a la sombra por dos días, al final del segundo día se escarificó, quebrando la testa de las semillas (utilizando para el efecto un mazo de madera), correspondientes según el tratamiento y sumergiendo todas las semillas de todos los tratamientos en agua, a temperatura ambiente por 24 horas, y luego fueron sembradas hacia el cuarto día de extraídas de la pulpa de zapote.

Las semillas se sembraron de forma horizontal, enterrada totalmente. El tiempo que duro el trabajo fue de 59 días, momento en el cual no se observó más semillas germinadas y la altura de las plantas era tal que alcanzo el techo de la estructura del tratamiento 1 y el nylon empezó a quemar los ápices de las mismas.

Fue en este momento en el cual se inicio la toma de algunos datos, utilizados en los análisis posteriores, al igual que se tomaron datos de los días que cada uno de los tratamientos se llevo en presentar emergencia de plántulas.

8.14. Análisis de varianza

Se realizó un análisis de varianza para indicar la(s) diferencia(s) entre los tratamientos. Una vez determinada(s) dicha(s) diferencias, se efectuó una prueba de medias, para puntualizar cual de los tratamientos produjeron las diferencias significativas.

8.15. Análisis económico

Evaluación “Costo/Efectividad” (C/E) (19)

Para determinar el tratamiento que presentó la mejor opción económica, se tomaron como base los costos por tratamiento (C/T), y el total de plantas trasplantables por tratamiento, afectadas por el porcentaje de germinación en donde:

$$C/E = \frac{\text{costo/tratamiento}}{\text{TPT/tratamiento}} = \text{costo/planta}$$

$$\text{TPT/tratamiento}$$

$$\text{TPT} = \text{TPG} * G$$

TPT = Total de plantas trasplantables

TPG = Total de plantas germinadas

G = porcentaje de germinación

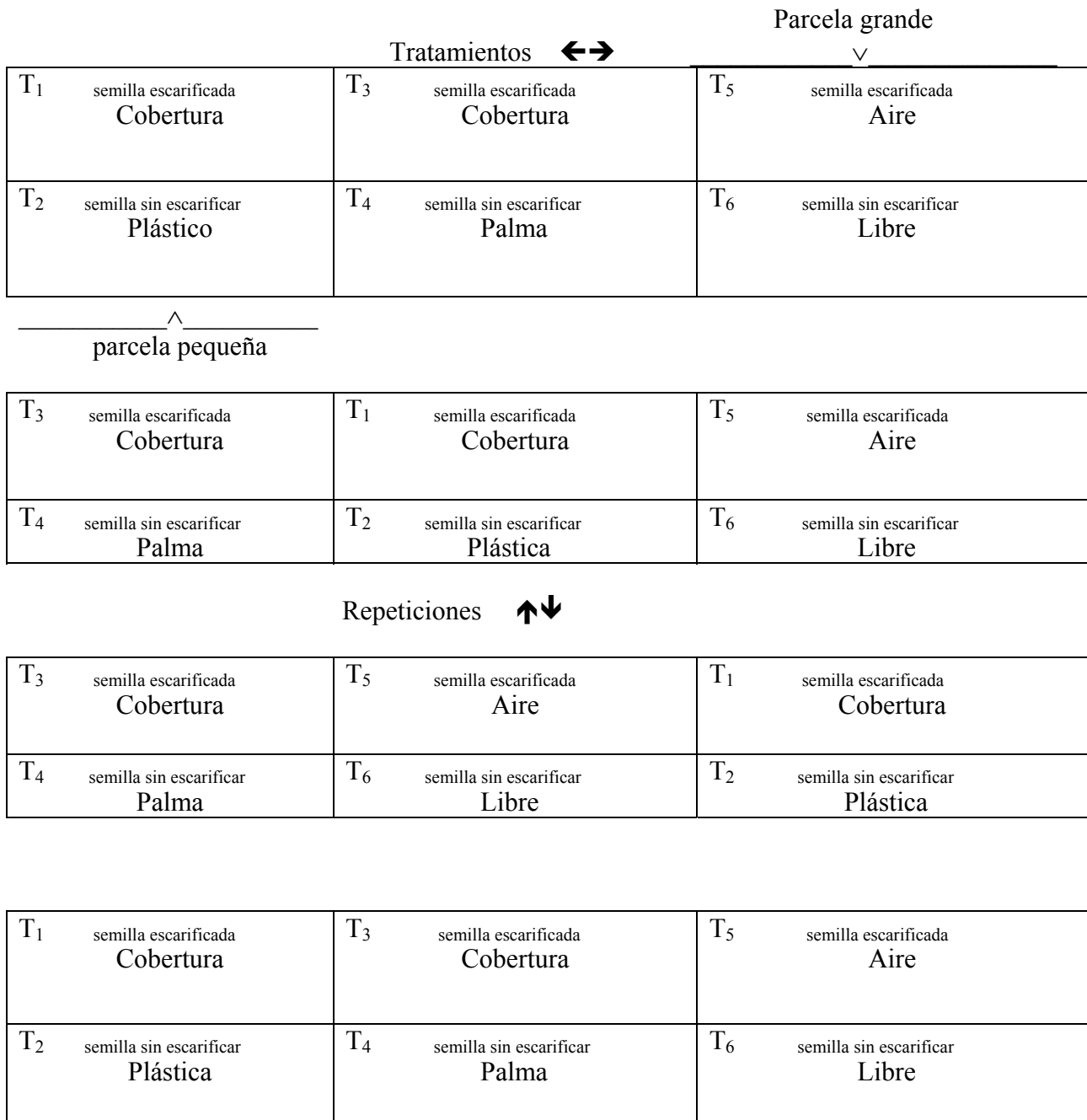


Figura 2. Croquis de campo y distribución de los tratamientos según diseño experimental.

Fecha	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividad																
Colecta de la semilla			X													
Preparación del terreno			X													

Construcción de estructuras			X													
Preparación y siembra de las semillas				X												
Manejo agronómico				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Toma de datos							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Cuadro 2. Cronograma de actividades.

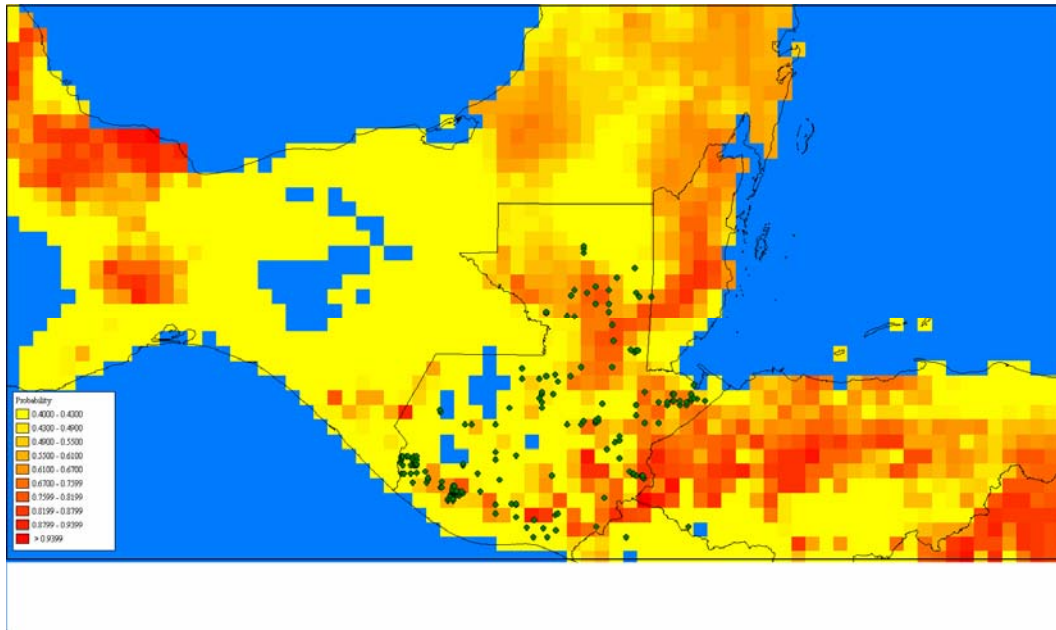


Fig. 3. Localidades en las cuales se registró árboles de zapote, así como áreas probables en las cuales se puede encontrar más abundantemente.

Fuente Azurdia, C; et.al. 1995 (1)

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. Plántulas emergidas

Esta variable fue evaluada mediante conteos de plántulas emergidas realizados a los 31, 38, 45, 52 y 59 días después de la siembra, los cuales se ilustran en el Cuadro 3.

En las lecturas a los 31, 38 y 45 días después de la siembra, la emergencia de plántulas fue muy irregular, escasamente rebasó el 50% del total de las semillas sembradas.

En el Cuadro 3 se observa que a partir de la cuarta lectura (52 DDS), el porcentaje acumulado de plantas emergidas en el tratamiento 1 obtuvo un 57 % cuyo valor se mantuvo en la siguiente lectura (59 DDS).

Cuadro 3. Plántulas emergidas (% acumulado) en días después de la siembra (DDS) de semillas de zapote, con tratamientos de escarificación y cobertura. Sabana Grande 2,003

Días a la emergencia Tratamientos	Plántulas emergidas (%acumulado)					
	31 DDS	38 DDS	45 DDS	52 DDS	59 DDS	Media
Tratamiento 1	3	27	51	57	57	40
Tratamiento 2	0	6	34	42	42	26
Tratamiento 3	0	1	8	39	45	21
Tratamiento 4	0	0	0	20	24	9
Tratamiento 5	0	0	11	28	28	16
Tratamiento 6	0	0	0	18	22	8

Los ANDEVAS se realizaron a partir de la lectura 4 (52 DDS) debido a la escasez de información de los diferentes tratamientos en las primeras tres lecturas.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable plántulas emergidas a los 52 DDS en semilla de zapote.
Sabana Grande 2,003.

Fuentes de Variación	Gl	SC	CM	Valor de F calculada	Valor de F de tabla
Bloques	3	1673.83	557.94		
Factor A	2	3052.00	1526.00	3.95	5.14 ns
Subtotal	11	7040.5			
Error a	6	2314.67	385.78		
Factor B	1	1380.16	1380.16	10.18	5.12 *
Interacción A x B	2	81.34	40.67	0.30	4.26 ns
Error b	9	1220.50	135.61		
Total	23	9722.50			

c.v. (error b) = 34.50%

Regla de decisión:

Si el valor de F calculada es mayor que el valor de F de tabla, existen diferencias significativas y

Si el valor de F calculada es menor que el valor de F de tabla, no existen diferencias significativas

El análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de plántulas emergidas a los 52 DDS, mostró, significancia únicamente para el factor escarificación (factor B), por lo cual se realizó una prueba de medias, la cual se muestra en el Cuadro 5.

Para las semillas que fueron escarificadas, las plántulas emergieron más rápido que para las que no fueron escarificadas. A los 52 DDS habían emergido 26% acumulado, siendo significativamente diferentes de las no escarificadas en un 16 %. Este tratamiento de la semilla ayudó a la penetración del agua, lo cual aceleró todo proceso que conlleva a la germinación y por consiguiente a la emergencia de la plántula.

Cuadro 5. Prueba de media para la variable plántulas emergidas a los 52 días después de la siembra, en tratamientos de escarificación de semillas de zapote.

Niveles del Factor B	Plántulas emergidas (%)	Interpretación
Escarificado	42	a
Sin escarificar	26	b

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable plántulas emergidas a los 59 DDS en semilla de zapote. Sabana Grande 2,003.

Fuentes de Variación	Gl	SC	CM	Valor de F calculada	Valor de F de tabala
Bloques	3	1281.83	427.27		
Factor A	2	2404.33	1202.16	3.25	5.14 ns
Subtotal	11	5905.83			
Error a	6	2219.67	369.94		
Factor B	1	1204.16	1204.16	10.59	5.12 *
Interacción A x B	2	230.34	115.17	1.01	4.26 ns
Error b	9	1023.50	113.72		
Total	23	8363.83			

c.v. (error b) = 29.55%

Regla de decisión:

Si el valor de F calculada es mayor que el valor de F de tabla, existen diferencias significativas y

Si el valor de F calculada es menor que el valor de F de tabla, no existen diferencias significativas

El ANDEVA a los 59 DDS (Cuadro 6) indica resultados similares que a los 52 DDS; es decir efecto significativo estadísticamente debido, al factor escarificación (Factor B).

Cuadro 7. Prueba de media para la variable plántulas emergidas a los 59 DDS, en tratamiento de escarificación de semilla de zapote.

Niveles del factor B	Plántulas emergidas (%)	Interpretación
Escarificado	44	a
Sin escarificar	29	b

Las semillas escarificadas fueron superior en términos de plántulas emergidas que las semillas no escarificadas, según la prueba de medias (Cuadro 7); es decir que las diferencias y efectos se mantuvieron invariables en las ultimas dos lecturas. De tal razón podemos concluir que existen diferencias significativas en el porcentaje de emergencia de plántulas de zapote para el tratamiento de escarificación (factor B) al 5% de significancia.

Duarte, O y Suchini, E (5) trabajando con semillas de zapote obtuvieron mejores resultados de germinación y plántulas emergidas con tratamientos de escarificación de la semilla, consistente en quebrar la testa de la misma (54% a los 60 DDS). Los resultados obtenidos por ellos fueron superiores a los observados en este experimento; sin embargo ellos puntualizan otros factores que intervienen en la emergencia tal como la posición de siembra de la semilla.

Los valores mas altos para las variables mencionadas anteriormente fueron obtenidas por Duarte y Suchini a los 90 días después de la siembra con valores de 67 % de germinación (5).

9.2. ALTURA DE PLANTA

La altura de planta, como variable respuesta, fue medida a los 59 DDS en todos los tratamientos, el ANDEVA mostró efecto significativo debido a los dos factores evaluados (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable altura de plantas en tratamiento de semilla de zapote en Finca Sabana Grande 2,003.

Fuentes de Variación	Gl	SC	CM	Valor de F calculada	Valor de F de tabla
Bloques	3	46.33	15.45		
Factor A	2	639.45	319.73	28.80	5.14 *
Subtotal	11	752.4			
Error a	6	66.62	11.10		
Factor B	1	87.29	87.29	20.58	5.12 *
Interacción Ax B	2	9.58	4.79	1.13	4.26 ns
Error b	9	38.17	4.24		
Total	23	887.44			

c.v. (error b) = 7.71%

Regla de decisión:

Si el valor de F calculada es mayor que el valor de F de tabla, existen diferencias significativas y

Si el valor de F calculada es menor que el valor de F de tabla, no existen diferencias significativas

La prueba entre promedios para el factor cobertura (Cuadro 9) indica que las plantas bajo cobertura plástica desarrollaron mayor altura, con valores de 34 cm. que las que tenían cobertura de palma y las sin cobertura, 23 y 24 cm. respectivamente. Lo anterior se debió al ambiente propiciado por el plástico en cuanto a la conservación de la temperatura y la humedad, estimulando el desarrollo y crecimiento de los tejidos manifestado en la altura de la planta. En cuanto al tratamiento de la semilla, puede afirmarse también que el escarificado promovió la emergencia rápida y el crecimiento de las plántulas (Cuadro 10) con valores de 29 cm. contra 25 cm. en semillas sin escarificación, a los casi dos meses de aplicados los tratamientos. El comportamiento de ésta variable fue evaluada por otros autores en diferentes especies de sapotáceas y los

resultados obtenidos han sido variables; es decir en algunos casos ha funcionado mejor el tratamiento de la semilla y en otros cuando la semilla no se escarifica (5).

Cuadro 9 Prueba de medias para la variable altura de planta de zapote. Sabana Grande 2,003

Niveles del Factor A	Altura de planta (cm)	Interpretación
Cobertura con plástico	34	a
Cobertura con palma	23	b
Sin cobertura	24	b c

Cuadro 10 Prueba de medias para la variable altura de plantas de zapote. Sabana Grande 2,003

Niveles del Factor B	Altura de planta (cm)	Interpretación
Escarificado	29	a
Sin escarificar	25	b

9.3. DÍAS A LA EMERGENCIA

Los resultados para la variable días a la emergencia se ilustran en la Grafica 1, en donde a los 31 DDS pudo observarse la pronta emergencia de las plántulas en los tratamientos de cobertura con plástico y semillas escarificadas. Duarte y Suchini (5), indican que el tratamiento de la semilla como la escarificación puede reducir el tiempo a la emergencia de una plántula, a partir de una semilla; sin embargo el porcentaje de germinación no necesariamente es el mejor, comparado con semillas sin escarificar evaluadas a los 90 DDS. En la presente investigación la tendencia de la emergencia de las plántulas, evaluada en semillas, a diferentes días después de la siembra, se mantuvo; es decir que siempre fue superior el tratamiento con cobertura de plástico y semilla escarificada a partir de los 31 DDS hasta los 59 DDS en todos los tratamientos.

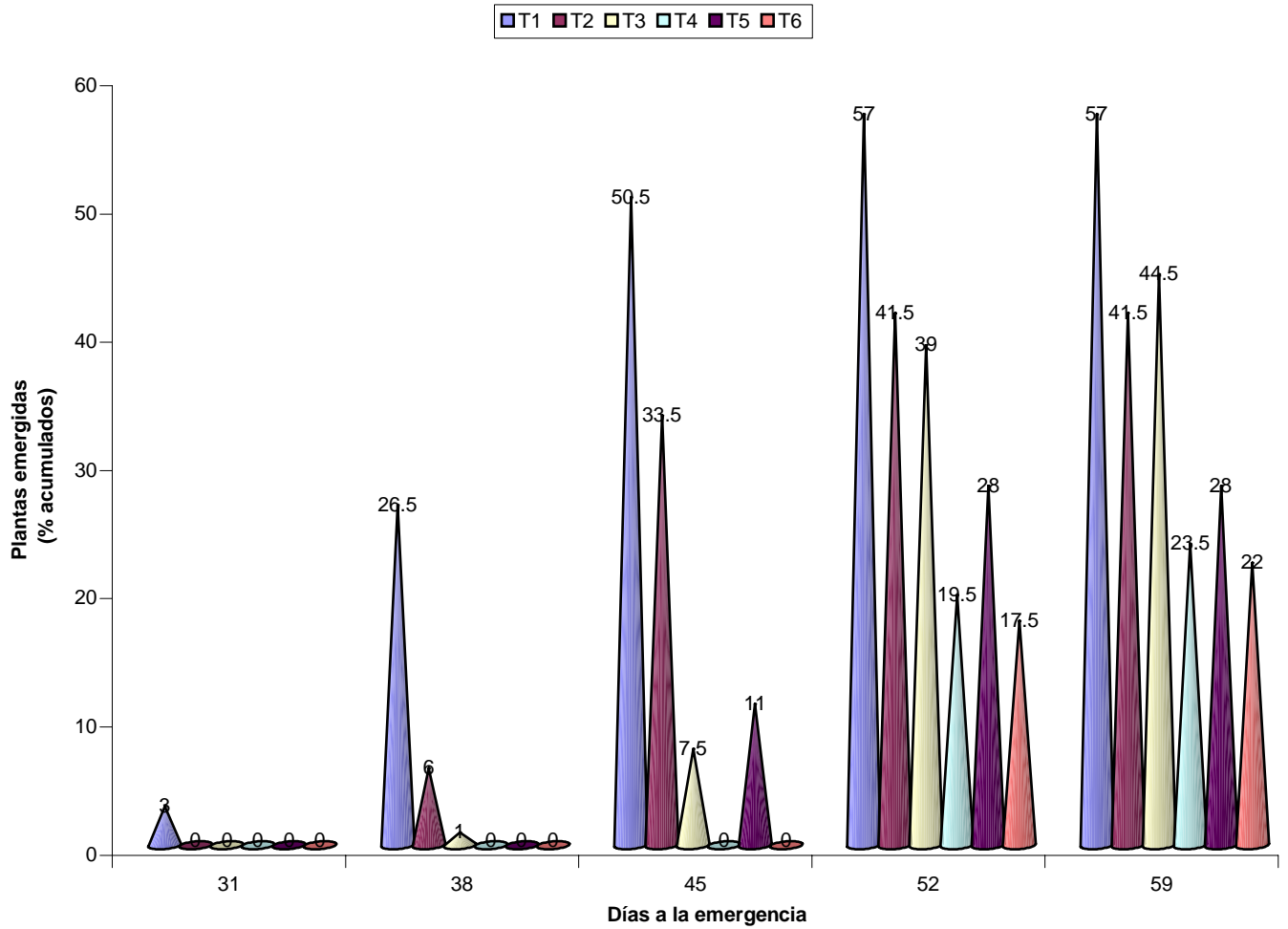


Figura No. 4 Plantas emergidas (porcentajes acumulados), a diferentes días después de la siembra en tratamientos de semilla.

9.4. ANÁLISIS DE COSTO/EFFECTIVIDAD

Cuadro 11. Resultados del análisis del costo/efectividad

Tratamientos	Emergencia de plántulas (%)	No. de plantas germinadas	Costo/ tratamiento (Q)	Costo/efectividad (Q)	Ingresos por venta (Q)
T1	57	114	358.43	5.51	628.14
T2	41.5	83	331.93	9.64	800.00
T3	44.5	89	289.23	7.30	649.7
T4	23.5	47	262.19	23.74	1115.78
T5	28	56	287.04	18.31	1025.36
T6	22	44	262.04	27.07	1191.08

El costo de producir una planta (patrón) en un vivero particular es de Q4.50^{**} y realizando el análisis del costo efectividad el tratamiento que resultó económicamente rentable fue el de cobertura de plástico y semilla escarificada con un costo unitario del patrón de Q 5.51.

^{**} Comunicación personal con el Ing. Jorge Benítez “Vivero Carchi” Antigua Guatemala.

10. CONCLUSIONES

- a) El semillero de zapote con cobertura de plástico fue superior a la cobertura de palma y al semillero sin cobertura, mejorando el porcentaje de emergencia de las plántulas y reduciendo el tiempo para la misma.
 - b) El porcentaje de emergencia de plántulas en los tratamientos con semillas escarificadas fue superior en un 15% a los tratamientos de semillas sin escarificación a los 59 días después de la siembra.
 - c) Las primeras plántulas empezaron a emerger a los 31 días después de la siembra en los tratamientos donde se escarificó la semilla.
 - d) b) La altura de las plántulas de zapote fue superior en los tratamientos con cobertura plástica y semilla escarificada
 - e) El tratamiento con mayor rentabilidad fue el de semilla escarificada con cobertura de plástico, con un valor por planta (patrón) de Q5.51 similar al precio de producirlo en un vivero particular cuyo precio es de Q4.50 por planta (patrón).
-

11. RECOMENDACIONES

- a) En la producción de plántulas de zapote para vivero se recomienda el uso de plástico transparente debiendo tener cuidado que no falte la humedad en el suelo para que no se afecte el proceso de germinación de la semilla y posterior emergencia de la plántula.

- b) Se recomienda una estricta desinfección del sustrato o suelo en la producción de plántulas de zapote, especialmente si se usa cobertura plástica, debido a las condiciones propicias para la proliferación de patógenos.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Azurdia, C; Martínez, E; Ayala, H. 1995. Informe de avance “diversidad, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de especies de frutales nativos de América tropical: parte I, Sapotáceas, Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 56 p.
2. Azurdia, C; Martínez, E; Ayala, H. 1997. Algunas sapotáceas del Petén, Guatemala. Ciencia y Tecnología 2(1):57-67.
3. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. Duarte, O; Hurtado, J. 2001. Tratamientos para mejorar la propagación de semillas en chicozapote. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 45:15-17
5. Duarte, O; Suchini, E. 2001. Mejora de la germinación y conformación de las plántulas de zapote. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 45:22-26
6. Gonzáles R, RA; Parra B, R. 1979. Obtención de patrón de chicozapote a partir de semillas con diversas características. Chapingo, Nueva Época no. 16-17:71-75.
7. Hartmann, HT. 1988. Propagación de plantas. México, Continental. 693 p.
8. Hernández, M. 1988. Manual de caficultura. Guatemala, ANACAFE. 318 p.
9. Iglesia, J De la. 1987. Cultivo de invernadero. 2 ed. Madrid, España, Mundiprensa. 254 p.
10. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). s.f. Mapa de regiones fisiográficas de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1, 000,000. Color.
11. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2000. Hojas de control de la estación meteorológica Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. Guatemala.
12. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Comunicación Social, GT). 1983. El chicozapote árbol de chicle. Guatemala. 7 p.
13. Marroquín, DL. 1990. Evaluación del porcentaje de prendimiento en tres tipos de injerto en el cultivo del zapote. Problema Especial. Mazatenango, Guatemala, USAC, Centro Universitario del Sur Occidente. 54 p.
14. Morales Y, SA. 1984. Uso de métodos de escarificación para acelerar la germinación en el bleado (*Amaranthus* sp.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 53 p.
15. Obiols del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000,000. Color.
16. Pennington, TD. 1990. Sapotáceas, monograph 52 flora neotrópica. New York, US, the New York Botanical Garden. 770 p.

17. Pretzantzin, E. 1998. Propagación de plantas (comunicación personal). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.
18. Ruijter, J de; Beemster, M. 1998. Invernaderos rústicos en el altiplano de la Sierra de los Cuchumatanes, como una alternativa. Agricultura no. 7:46-50.
19. Sanin, H. 1995. Guía metodológica general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión social. Chile, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. 172 p.
20. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación, GT); INDE (Instituto Nacional de Electrificación, GT); INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
21. Simmons, CH; Tarano, JM; Pinto, JH. 1956. Carta agrológica de reconocimiento de la república de Guatemala; hoja Escuintla. Guatemala, Servicio Cooperativo Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Esc. 1:400,000. Color.
22. Tiscornia, JR. 1972. Multiplicación de las plantas. Buenos Aires, Argentina, Albatros. 213 p.
23. Umaña C, C. 2000. Injertación del zapote. Costa Rica, IICA. 15 p.
24. USAC, Facultad de Agronomía. 2004. Libro de actas de la secretaría de la Facultad de Agronomía. Guatemala. 200 p.