

**Efecto de la fermentación y del ácido  
giberélico en la germinación del santol  
(*Sandoricum koetjape* Merr.)**

**César Alfredo Baca Quiñones**

**EL ZAMORANO**  
Departamento de Horticultura  
Noviembre, 1999

**Efecto de la fermentación y del ácido  
giberelico en la germinación del santol  
(*Sandoricum koetjape* Merr.).**

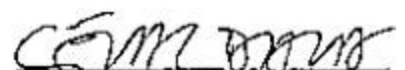
Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura.

presentado por

**César Alfredo Baca Quiñones**

El Zamorano, Honduras  
Noviembre, 1999

El autor concede a El Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

  
César Alfredo Baca Quiñones

El Zamorano, Honduras  
Noviembre, 1999

## DEDICATORIA

A mi familia por apoyarme siempre en las buenas y en las malas, por que esto es así y así siempre va ser. Nunca va a cambiar... por que unos vienen y otros van y los que se van no están y los que quedamos somos los que estamos, no somos muchos pero tampoco somos pocos... los quiere César.

## AGRADECIMIENTOS

A mi Padre por haberme dado siempre buenos consejos, que me enseñaron a ver las cosas desde otra perspectiva y por haber confiado en que iba a lograr lo que me propuse, gracias.

A mi Madre por todo su cariño y preocupación durante mi estadía en la Escuela, me cayeron muy bien sus llamados a la reflexión.

A mis Hermanos Carlos y Mauricio por estar a mi lado siempre y apoyarme en todo.

A Andrea por dedicar gran parte de su vida con nosotros y pendiente de mí siempre.

Al Dr. Odilo Duarte por guiarme, aconsejarme y apoyarme incondicionalmente durante la realización de este proyecto. Por haber hecho mi estadía en PLA alegre y llena aprendizajes.

Al Arq. Fernando Fuentes, al Ing. Daniel Kaegi y al Ing. Mauricio Huete por brindarme su colaboración en todo momento que se los solicite.

A todo el personal del Departamento de Horticultura en especial a Eva y Helga que me soportaron y ayudaron más cuando no podía.

A Amigos que estuvieron conmigo en los momentos más difíciles de mi vida en el Zamorano: a Marcelo Ferrufino, Felipe Mantilla, Santiago Salvador, Fausto Marín, Luis Villagrán, José Bustos, Carlos Chango, Leonardo Rodríguez, Fernando Rojas, Tomas Fernández, Verónica Vízcaíno, Dania Baca ...gracias de corazón!

A la Colonia Peruana en especial, por estar conmigo durante estos cuatro años.

## AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis padres por haber hecho el esfuerzo durante todos estos años para poder lograr, llegar a ser Ingeniero Agrónomo.

## RESUMEN

Baca Quiñones, César. 1999. Efecto de la fermentación y del ácido giberélico en la germinación del santol (*Sandoricum koetjape* Merr.). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 1 Sp.

El santol es un frutal tropical ampliamente conocido en el sur este Asiático; en Honduras está difundido en la costa norte del país. El presente ensayo tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres y seis días de fermentación combinados con o sin lavado y oreado de la semilla y el uso de ácido giberélico (A.G.) a 10, 100, 500, 1,000 y 5,000 ppm, comparándolos con semilla fresca sacada del fruto y sin A.G., sobre el porcentaje y velocidad de germinación; así como la altura y diámetro del tallo. También se estudió la longevidad de la semilla al medio ambiente y el efecto de la posición de siembra sobre la conformación del cuello de la plántula. La germinación comenzó a los 23 días después de siembra (dds) y finalizó a los 45 dds, la mayor germinación (98.8%) se obtuvo con tres días de fermentado y tres días de fermentado más lavado; los tratamientos más veloces en germinar a las tres semanas fueron tres días de fermentado y tres días de fermentado más lavado, ambos también con 98.8%. La semilla bajo condiciones de El Zamorano murió después de una semana al medio ambiente (20-28°C), por lo que es necesario sembrarla antes de una semana, si no está bien almacenada. La posición de siembra de la semilla no tuvo efecto sobre la conformación del cuello, obteniéndose 94% de plántulas con cuello óptimo en la posición echada y 92% en cuña. En altura total y diámetro del tallo a los tres meses de siembra sólo se obtuvo diferencias numéricas, quizá por lo corto del tiempo, pues el A.G. no tuvo mayor efecto en ninguna de las dosis usadas durante el periodo transcurrido. Se recomienda fermentar la semilla no más de tres días, con o sin lavado para remover los restos de pulpa, para una buena germinación.

Palabras claves: eliminación de pulpa, reguladores de crecimiento, tratamientos pregerminativos.

## NOTA PRENSA

### EL SANTOL UNA FRUTA CON POTENCIAL EN EL MERCADO, PERO DEBEMOS MEJORAR SU PROPAGACION

El santol (*Scandoricum koetjape* Merr.) es una planta robusta de rápido crecimiento y adaptable a condiciones de suelo difíciles, su pulpa de sabor agridulce a muy ácida o dulce, es rica en hierro, contiene vitamina B y C y un 12% de carbohidratos; su sabor, comparable con el del melocotón o durazno, es muy apreciado por los orientales.

Los usos de esta fruta, además del consumo fresco, son para elaborar mermeladas, jaleas y confites; también se elabora junto con arroz una bebida alcohólica. En Filipinas la mermelada de santol es producida para los consumidores orientales en los Estados Unidos. También tiene usos medicinales y su madera puede usarse para construcción.

El problema de la mayoría de estas especies tropicales es que no se tiene mayormente ningún tipo de información sobre el cultivo ni sobre los mejores métodos de propagación. Este ensayo se enfocó a la propagación por medio de semillas, que es de gran importancia, cuando no se tiene variedades con características deseables establecidas o cuando se necesita patrones para injertar.

Los resultados obtenidos del ensayo realizado en la Escuela Agrícola Panamericana durante los meses de agosto a noviembre, indican que lo más recomendable es fermentar la semilla durante tres días, luego se puede lavar o no hacerlo, logrando 98.8% de germinación; la posición de siembra de la semilla no es importante para la obtención de una buena conformación del cuello. El uso de ácido giberélico no tuvo efectos positivos, por lo que no se recomienda el uso de este regulador.

Se debe tener en cuenta este frutal que ya está establecido en Honduras, teniendo con ello una oportunidad más de diversificar la producción y exportación de frutas tropicales menores hacia mercados internacionales, como Estados Unidos.

## CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Agradecimiento a patrocinadores	vi
	Resumen	vii
	Nota de prensa	viii
	Contenido	ix
	Índice de cuadros	xi
1.	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
2.	<b>REVISION DE LITERATURA</b>	<b>2</b>
2.1	<b>EL SANTOL</b>	<b>2</b>
2.1.1	Origen y distribución	2
2.1.2	Descripción botánica	2
2.1.3	Requerimientos climáticos	3
2.1.4	Diversidad Genética	3
2.1.5	Propagación por semilla	3
2.2	<b>PROPAGACION SEXUAL</b>	<b>3</b>
2.2.1	Definición de semilla	3
2.2.2	Proceso de germinación	4
2.2.3	Dormancia	5
2.2.4	Dormancia química	6
2.2.5	Extracción y limpieza de la semilla	6
2.2.6	Fermentación	6
2.2.7	Inducción a la germinación	6
2.3	<b>REGULADORES Y SU USO EN LA GERMINACION</b>	<b>7</b>
2.3.1	Las giberélinas en la germinación	7
2.4	<b>PROBLEMAS CON LOS FITOREGULADORES</b>	<b>8</b>
3	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>9</b>
3.1	<b>TRATAMIENTOS A LAS SEMILLAS</b>	<b>9</b>
3.2	<b>DETALLE DE LOS TRATAMIENTOS</b>	<b>10</b>
3.3	<b>RECOLECCION DE LOS DATOS</b>	<b>10</b>
3.4	<b>ANALISIS ESTADISTICOS</b>	<b>10</b>
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>11</b>
4.1	<b>PORCENTAJE DE GERMINACION</b>	<b>11</b>

4.2	VELOCIDAD DE GERMINACION	12
4.3	CONFORMACION DEL CUELLO	13
4.5	ALTURA Y DIAMETRO DEL TALLO	14
5.	CONCLUSIONES	16
6.	RECOMENDACIONES	17
7.	BIBLIOGRAFIA	18

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Efecto de la fermentación y el uso de ácido giberélico en el porcentaje de germinación de semillas de santol. El Zamorano, Honduras. 1999.	12
2.	Velocidad de germinación en el porcentaje de semillas germinadas de santol bajo el efecto de la fermentación y el uso del ácido giberélico. El Zamorano, Honduras. 1999.	13
3.	Porcentajes de plantas de santol con diferentes conformaciones del cuello a los tres meses de sembradas en dos posiciones. El Zamorano, Honduras. 1999.	13
4.	Germinación de semillas de santol expuestas a diferentes periodos al medio ambiente luego de sacadas del fruto. El Zamorano, Honduras. 1999.	14
5.	Altura total y diámetro en la base del tallo de plántulas de santol a los tres meses de la siembra. El Zamorano, Honduras. 1999.	15

## 1.INTRODUCCIÓN

El santol (*Scandoricum koetjape Merr.*) pertenece a la familia de las Meliaceas y es ampliamente conocido en el sur este de Asia, allí es donde se da el mayor consumo fresco y procesamiento. Es una especie robusta y de rápido crecimiento. La pulpa de los frutos es de sabor agrídulce a muy ácida o dulce, es rica en hierro, vitamina B y C y contiene alrededor de 12% de carbohidratos. Algunos comparan su sabor con el del melocotón o durazno.

La propagación normalmente, cuando no se tienen variedades superiores, se hace por medio de semillas, el producto de esta propagación da lugar a una planta de características muy variables por provenir de semilla o dará lugar a una planta que servirá como porta-injerto, para luego ser injertada con una variedad de características superiores, de mejor calidad y aceptación en los mercados locales e internacionales; cuando se tiene variedades superiores establecidas se usa la propagación asexual (acodos aéreos e injertos).

Debido que en el medio se carece de estas variedades superiores, la propagación se hace por medio de semillas, pero existen problemas, ya que la mayoría de los frutales del trópico tienen semillas recalcitrantes, por lo que se debe investigar cual es la mejor forma de propagar sexualmente estas especies como el caso del santol.

En el presente ensayo se trató de ver el efecto que puede tener la presencia de restos de pulpa alrededor de la semilla, la posición de siembra de la semilla y el remojo en distintas concentraciones de ácido giberélico (A.G.), a fin de lograr un aumento del porcentaje y velocidad de germinación, así como del crecimiento inicial de las plántulas, también se trató de determinar la longevidad de la semilla, para tener un conocimiento de cuanto tiempo puede mantenerse al medio ambiente, sin que esto afecte significativamente su viabilidad y ver si la posición de la semilla al sembrarla tiene algún efecto en la conformación de la plántula.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. EL SANTOL

#### 2.1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCION

El santol probablemente es originario del sur este de Asia y más específicamente de Camboya y parte sur de Laos y Malasia. Ha sido introducido en tiempos remotos a India, Tailandia, Filipinas, Indonesia y la isla de Mauricio. En Honduras fue introducido por primera vez en el Jardín Botánico de Lantigua por el Dr. Wilson Popenoe en 1927 (UNAH/CURLA, 1999).

Ahora es encontrado prácticamente en todo Filipinas donde se cultiva y se encuentra en estado semi-silvestre en los patios de las casas y como crecimiento secundario de baja y mediana altura en los bosques tropicales (Coronel, 1988). Según Morton (1987), las semillas de santol fueron introducidas a Florida varias veces desde 1931 y muchas de las plantas provenientes de éstas han sucumbido debido al frío en los meses de invierno. Plantas injertadas traídas desde Filipinas crecen bien en el "Fairchild Tropical Garden" ubicado en Miami.

#### 2.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El santol es un árbol de talla mediana a grande, de crecimiento vigoroso, alcanzando unos 15 – 25 m de altura y un diámetro del tronco de 80 cm o más. Este árbol es casi un caducifolio, debido a que presenta la caída periódica de la mayoría de sus hojas al mismo tiempo (Coronel, 1988). Las hojas son grandes y compuestas tienen tres folíolos, elípticos u oblongos – ovalados, con 25 cm de largo y de color verde oscuro en el haz, antes de caer toman un atractivo color rojo. Las flores son bisexuales y aparecen en forma de panículas.

El fruto es una cápsula globosa de 4.5 a 7 cm de diámetro (UNAH/CURLA, 1999), su cáscara es aterciopelada, de color amarillo – rosado. La pulpa es blanca, de apariencia algodonosa y está dividida en gajos, como en el mangostán, cada uno con una semilla o sin ella (Geilfus, 1989). Según Coronel (1988), esta fruta contiene de 3 a 5 semillas, que son largas con una forma triangular en su sección transversal. Cada semilla cuenta con dos revestimientos: testa y tegumento. El embrión consiste en dos cotiledones entre los cuales se pueden encontrar la radícula y la plúmula.

### 2.1.3. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Es una planta de clima cálido y húmedo. En América Central puede ser cultivada desde el nivel del mar hasta 1000 m de altura. Crece mejor inicialmente en zonas de altas precipitaciones, aunque la planta adulta es bastante resistente a la sequía y florece bien en zonas secas, como en zonas húmedas. Por otra parte, es una especie muy rústica que se adapta a una gran variedad de suelos (UNAH/CURLA, 1999).

### 2.1.4. DIVERSIDAD GENÉTICA

En Filipinas y Tailandia se encuentran dos variedades principales: *Native*, variedad de fruta pequeña, de 80 g de peso, 4.5 cm de largo, 5-6 cm de diámetro, con una pulpa generalmente ácida y con semillas grandes en proporción a la parte comestible. La otra es *Bangkok*, variedad oriunda de Tailandia, de fruta grande, de 263 g de peso, 6.6 cm de largo, 7- 8 cm de diámetro, con la pulpa de sabor dulce, hojas más grandes y oscuras que la variedad *Native* (UNAH/CURLA, 1999).

### 2.1.5. PROPAGACIÓN POR SEMILLA

En Honduras, por no existir variedades o formas superiores identificadas, esta especie se reproduce por semillas (UNAH/CURLA, 1999). Se recomienda este método solamente para la producción de patrones debido a la gran variabilidad en las características de las plantas reproducidas de esta manera. Para obtener buenos resultados se recolectan semillas de frutos maduros y sanos que se lavan con arena fina (para quitar la pulpa fibrosa adherente) y agua. Por tener una viabilidad corta se recomienda sembrarlas lo más pronto posible en un semillero de arena fina de río lavada y a la sombra. La germinación ocurre generalmente entre los 20 y 23 días después de la siembra y se transplanta en bolsas de 10 x 12", cuando las plántulas tienen sus primeras hojas sazonas (UNAH/CURLA, 1999). Para propagar clones superiores, se utiliza con bastante éxito el injerto de hendidura de vareta o el injerto de yema (parche - Forkert) sobre patrones de la misma especie (UNAH/CURLA, 1999).

## 2.2. PROPAGACION SEXUAL

### 2.2.1. DEFINICIÓN DE SEMILLA

Botánicamente, es el óvulo maduro fertilizado, que contiene el embrión y estructuras de almacenamiento de reservas alimenticias, todo esto rodeado por estructuras de revestimiento que la protegen (Bubel, 1988). Las semillas y los frutos de las diferentes especies varían bastante en aspecto, tamaño, forma, ubicación y estructura del embrión, con relación a los tejidos de almacenamiento. Esos caracteres no sólo son útiles en la identificación, sino también tienen un efecto importante en los requerimientos de germinación (Hartmann y Kester, 1997).

## 2.2.2. PROCESO DE GERMINACION

### 2.2.2.1. Germinación

La germinación de las semillas es el reinicio del crecimiento de un embrión viable, cuando se coloca en condiciones medio ambientales favorables al crecimiento (Moore y Janick, 1988). El proceso se inicia cuando el embrión empieza a sintetizar giberelina, lo cual no es aparente al ojo (Rojas Garcidueñas y Ramírez, 1993).

### 2.2.2.2. Requerimientos para la germinación

Según Hartmann y Kester (1997), la iniciación de la germinación requiere de tres condiciones:

- a) La semilla debe de ser viable, esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.
- b) La semilla no debe de estar en letargo ni el embrión quiescente.
- c) La semilla debe ser expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: temperaturas adecuada, disponibilidad de agua, provisión de oxígeno y en ocasiones, luz.

### 2.2.2.3. Etapas de la germinación

Según Hartmann y Kester (1997), se pueden dividir en varias etapas consecutivas separadas pero que se empalman.

**Etapas 1. Activación:** Las semillas absorben agua y el contenido de humedad aumenta rápidamente al principio, luego se estabiliza. Esta absorción inicial suaviza las cubiertas de la misma e hidrata el protoplasma hinchándose, con posibilidad de romper las cubiertas protectoras. La actividad de las enzimas empieza muy rápidamente después del inicio de la germinación. El primer signo visible de la germinación es la emergencia de la radícula, la cual resulta del crecimiento de las células, más que de la división celular.

**Etapas 2. Digestión y Translocación:** En el endospermo, los cotiledones, el perispermo se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos de sustancias complejas a otras sustancias más simples, que son movilizadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario. Ahora la absorción de agua y respiración se han vuelto constantes. Los sistemas celulares y de síntesis de proteínas están funcionando para producir nuevas enzimas, materiales estructurales, compuestos reguladores y ácidos nucleicos para realizar las funciones de la célula y sintetizar nuevos materiales.

**Etapas 3. Crecimiento de la plántula:** Una vez que comienza el crecimiento en el eje embrionario, se incrementa el peso fresco y seco debido a que ya se diferencian las estructuras de la plántula, pero a la vez disminuye el peso seco de las estructuras de almacenamiento, estas estructuras dejan de intervenir en las actividades metabólicas a excepción de las semillas en que los cotiledones salen a la superficie y se vuelven activos en el proceso de fotosíntesis. El tallo de la plántula se divide en la parte debajo de los cotiledones que es el hipocotilo y la sección encima de éstos que es el epicotilo.

## 2.2.3. DORMANCIA

### 2.2.3.1. Definición

Según Camacho (1994) dormancia es el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine, aunque tenga todas las condiciones ambientales favorables, como: suficiente humedad para embeberse, adecuada aereación y una temperatura que se encuentre entre 10° y 30°C.

### 2.2.3.2. Tipos de dormancia

Camacho (1994) da una clasificación de los tipos de dormancia, que es la siguiente:

Física se manifiesta cuando al final de las pruebas de germinación, queda una considerable cantidad de semillas cuyo volumen y dureza no se modifican, se conocen como semillas duras o impermeables; química es cuando se bloquea la germinación por efecto de inhibidores del desarrollo; mecánica se atribuye a que la testa y el endospermo oponen resistencia al crecimiento del embrión; fisiológico es el resultado del bloqueo metabólico del embrión, sostenidos por la baja permeabilidad de la cubierta a los gases; morfológica ocurre cuando el crecimiento de los embriones se detiene, cuando no se han desarrollado completamente; morfofisiológica se origina por la presencia de embriones rudimentarios, cubiertas poco permeables a los gases y bloqueos metabólicos y por último tenemos la combinada que se supone tiene de todos los anteriores.

### 2.2.3.3. Causas de la dormancia

Según Camacho (1994) los mecanismos causantes de la dormancia son:

- a) Impermeabilidad al agua
- b) Baja permeabilidad a los gases
- c) Resistencia mecánica al crecimiento del embrión
- d) Permeabilidad selectiva a los reguladores del crecimiento
- e) Bloqueos metabólicos, presencia de inhibidores
- f) Embriones rudimentarios.
- a) Adquisición de mecanismos inhibidores.

#### 2.2.4. DORMANCIA QUÍMICA

La germinación es bloqueada por aquellos inhibidores del crecimiento que se encuentra en la cubierta más expuesta al medio, y que pueden ser el pericarpio, la testa o las partes florales adheridas a la semilla. Algunos de los inhibidores presentes en semillas que tienen dormancia química son: compuestos fenólicos, cumarina, cafeína, lactonas no saturadas, ácido abscísico, ácido cinámico, ácido cianhídrico, ácido oxobenzoico, ácido salicílico y algunos terpenos. Estas sustancias interfieren en la germinación produciendo radículas cortas, deformes y necrosadas en la punta (Camacho, 1994).

#### 2.2.5. EXTRACCIÓN Y LIMPIEZA DE LA SEMILLA

Los frutos carnosos generalmente tienen que cortarse, machacarse, macerarse o despulparse de alguna forma para separar las semillas. Casi todos los métodos de despulpado involucran el uso de una corriente de agua. Usualmente es necesario eliminar la pulpa lo más pronto posible debido a que en esta parte del fruto puede ser el sitio donde se encuentren inhibidores químicos de la germinación de las semillas y de esporas de organismos causantes de pudriciones del fruto, los cuales pueden penetrar y matar a las semillas (Moore y Janick, 1988).

#### 2.2.6. FERMENTACIÓN

La descomposición de las cubiertas, sobre todo si son carnosas, se puede lograr poniendo las semillas en agua o mezclándolas con estiércol y dejándolas fermentar en un recipiente (bolsas de polietileno o baldes) por varios días. Los restos de las cubiertas y el estiércol se separan mediante un colador y agua a presión (Camacho, 1994). Algunas de sus ventajas son que generalmente no se necesita equipo especial, ni se requiere el manejo de sustancias y no es forzoso controlar la temperatura. Generalmente el proceso dura de algunos minutos a unos días y facilita la germinación por lograrse la imbibición de las semillas. Algunas de las limitantes de este proceso son que es forzoso controlar la duración del tratamiento, así como la aereación y la temperatura. Es posible que no se obtengan siempre los mismos resultados y las semillas a veces quedan demasiado embebidas y es difícil manipularlas (Camacho, 1994).

#### 2.2.7. INDUCCIÓN A LA GERMINACIÓN

Muchos tratamientos de fitorregulación para romper la dormancia e iniciar la germinación estimulan también el crecimiento de la raíz primaria en sus inicios. Los tratamientos que apresuren la germinación o que estimulen el crecimiento inicial de la raíz primaria tienen el mismo efecto; una emergencia y un establecimiento de la plántula más rápido, que es lo que interesa en la práctica (Rojas Garcidueñas y Ramírez, 1993).

## 2.3. REGULADORES Y SU USO EN LA GERMINACION

Las sustancias más empleadas para estimular la germinación son las giberelinas, las citocinina-cinetinas, benzilademina y 6-aminopurina, el etileno y la fucocinina. La dosificación del tratamientos con reguladores se realiza en partes por millón y la concentración depende de la especie, el estado de las cubiertas, el método de aplicación, la duración del tratamiento, la temperatura y la mezcla de productos. El momento culminante es cuando el regulador penetra en el embrión; generalmente, es necesario eliminar el pericarpio y, en ocasiones, dañar la testa (e incluso el endospermo), pues de otra forma se requeriría de una dosis muy alta y el tratamiento podría no tener ningún efecto (Camacho, 1994).

### 2.3.1. LAS GIBERELINAS EN LA GERMINACION

Según Hartmann y Kester (1997) las giberelinas son sustancias implicadas de manera directa en el control y estímulo de la germinación de las semillas. Aunque existen muchas variaciones moleculares de las giberelinas, la de más amplio uso a nivel experimental es el ácido giberélico (A.G.). Estos compuestos se presentan relativamente altos en semillas en proceso de desarrollo, pero repentinamente se reducen las concentraciones en semillas maduras en estado de letargo, particularmente en especies dicotiledóneas.

Las giberelinas se sintetizan principalmente en las hojas jóvenes y en las semillas en cuyo endospermo hay un receptor no identificado. El nivel de A.G. aumenta conforme se desarrolla el embrión y luego decrece cuando la semilla madura (Rojas Garcidueñas y Ramírez, 1993).

Duarte *et al.* (1974) encontraron que el ácido giberélico en concentraciones de 10,000 y 1,000ppm tuvo efectos positivos en semillas chirimoyo, la primera concentración aumentó significativamente el porcentaje de germinación y ambas concentraciones mejoraron significativamente la velocidad de crecimiento de las plántulas. En un ensayo similar Duarte *et al.* (1976) lograron determinar, en lúcumo, que una combinación de eliminación de la cubierta y posterior remojo de la semilla en ácido giberélico a 100 ppm dio resultados positivos tanto en el porcentaje y velocidad de germinación, además se logró que las plántulas estuviesen listas para injertar más rápidamente.

Según Moore y Janick (1988) muchos reguladores de crecimiento, como las giberelinas a concentraciones altas, pueden inhibir o promover la germinación dependiendo del caso. Ejemplos:

- En naranjo dulce ha dado un buen resultado la inmersión de semillas en AG a 1000 ppm. Pues además de aumentar el porcentaje de germinación, induce el crecimiento más rápido de las plántulas durante varios meses.

- En papaya el A.G. ha aumentado la tasa de germinación aplicado de 50 a 500 ppm, pero el efecto sobre el porcentaje de germinación no han sido consistente.
- En semillas de cafeto el efecto es inhibitorio y parece que el proceso de germinación es estimulado por la acción de auxinas en esta especie.

#### **2.4. PROBLEMA CON EL USO DE FITORREGULADORES**

Según Rojas Garcidueñas y Ramírez (1993), existe el problema de que aun sabiendo la cantidad de fitorregulador con el cual se va realizar el tratamiento, el efecto se va añadir al de las hormonas endógenas que se encuentran en concentraciones variables en los diversos individuos, de modo que la respuesta no será uniforme. La respuesta del contenido hormonal endógeno se ha observado tanto, en fitorreguladores hormonales como el AG, que eleva el nivel de AG endógeno, como en fitorreguladores no hormonales como Cloromequat, que aumenta el contenido de citocininas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el Departamento de Horticultura en la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada a 30 Km de Tegucigalpa en el Departamento de Francisco Morazan, Honduras, a 14° de latitud norte y 87° de latitud oeste, una altitud de 800 msnm y una precipitación promedio de 1100 mm anuales.

Los frutos fueron obtenidos de dos plantas madres adultas de santol, ubicadas en el campus central de la Escuela Agrícola Panamericana, los frutos fueron cosechados manualmente en estado maduro y se tuvo el cuidado de no maltratarlos porque esto afecta directamente la calidad de las semillas; inmediatamente después de cosechados los frutos se extrajeron las semillas manualmente y se procedió a realizar los tratamientos; previa homogenización de las semillas.

#### 3.1. Tratamientos a las semillas

1. Sacada de fruta fresca y sembrada
2. Fermentada tres días
3. Fermentada tres días y lavada con agua
4. Fermentada tres días, lavada y oreada un día a la sombra
5. Fermentada seis días
6. Fermentada seis días y lavada
7. Fermentada seis días, lavada y oreada
8. Fermentada seis días, lavada y oreada + agua (24hrs)
9. Fermentada seis días, lavada y oreada + AG (24hrs) 10 ppm
10. Fermentada seis días, lavada y oreada + AG (24hrs) 100 ppm
11. Fermentada seis días, lavada y oreada + AG (24hrs) 500 ppm
12. Fermentada seis días, lavada y oreada + AG (24hrs) 1,000 ppm
13. Fermentada seis días, lavada y oreada + AG (24hrs) 5,000 ppm
14. Fermentada seis días, lavada y oreada - sembrada echada.
15. Fermentada seis días, lavada y oreada - sembrada en cuña.
16. Fermentada seis días, lavada y oreada / una semana al ambiente 20-28°C
17. Fermentada seis días, lavada y oreada / dos semanas al ambiente 20-28°C
18. Fermentada seis días, lavada y oreada / tres semanas al ambiente 20-28°C
19. Fermentada seis días, lavada y oreada / cuatro semanas al ambiente 20-28°C
20. Fermentada seis días, lavada y oreada / ocho semanas al ambiente 20-28°C

### 3.2. Detalle de los tratamientos:

El testigo, consistió en semillas frescas que se sacaron del fruto la misma mañana de su siembra. Para la fermentación de las semillas se pusieron con anterioridad en bolsas plásticas quitándole la mayoría del aire y cerrándolas, teniendo en cuenta que no les faltase la aireación durante los días de fermentación, para lo que se abrían las bolsas todos los días por unos minutos para que les entrase aire fresco. Se fermentaron por diferentes periodos (3 y 6 días) lavándolas y luego dejándolas 24 h para que perdieran la humedad superficial (oreado) y se facilitase el proceso de absorción del ácido giberélico (A.G.) en sus diferentes dosis. Se realizó la dilución del mismo, partiendo de una solución madre de 5, 000ppm, diluyéndola a 1, 000, 500, 100 y 10 ppm, también se usó un testigo de 0 ppm (agua). En los dos tratamientos de posición de la semilla, ésta se fermentó por 6 días, se lavó y oreó por 24 h. En los tratamientos para medir la pérdida de viabilidad de las semillas, éstas se tuvieron almacenadas al medio ambiente en una habitación una, dos, tres, cuatro y ocho semanas, sembrándolas en el mismo espacio de semillero. En total se utilizaron 570 semillas, que fueron sembradas en camas de arena lavada de río y suelo agrícola franco, en una proporción de 50:50 % por volumen, bajo malla de polipropileno que daba 60 % de sombra.

### 3.3.Recolección de los datos

Los datos se tomaron diariamente desde el inicio de la germinación, anotando el número de semillas emergidas; con estos datos se pudieron calcular las variables de velocidad de germinación y porcentaje de germinación de la semilla. También se tomó la altura total de las plantas y el diámetro en la base del tallo a los 3 meses de la siembra y se evaluó si había una diferencia en conformación de planta entre las que provenían de semilla sembrada echada y sembrada en cuña.

### 3.4. Análisis Estadístico

El ensayo fue hecho bajo el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres repeticiones de 10 semillas cada una. El análisis de la información se llevó a cabo con el programa "Michigan Statistics" (M-STAT), realizando un análisis de varianzas (ANDEVA) para las variables de: velocidad de germinación, porcentaje de germinación, altura de planta y diámetro en la base del tallo. También se realizaron pruebas múltiples de medias (DUNCAN).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Porcentaje de Germinación

En el Cuadro 1 se puede observar que los resultados de porcentaje de germinación a los 30 dds fueron favorables numéricamente para 6 días de fermentado y lavado, esto se puede deber según Moore y Janick (1988) a la eliminación de los restos de pulpa que es superior al de 3 días fermentado, evitando así que posibles inhibidores afecten la germinación de la semilla; pero no se encontró una diferencia significativa entre casi ningún tratamiento. Sin embargo, se obtuvo una diferencia significativa entre 6 días de fermentada, lavada, oreada, sembrada en cuña y A.G. 500, 1,000, 5,000 ppm que fueron significativamente las peores, que 6 días de fermentado y lavado. Esto contradice lo que afirman Hartmann y Kester (1997) que las giberelinas son sustancias estimuladoras de la germinación, teniendo un control directo en este proceso y acelerándolo. También es contrario a lo encontrado por Duarte *et al* (1974) en semillas de chirimoyo, donde las concentraciones altas 1,000 y 10,000 ppm de A.G. tuvieron efectos positivos aumentando el porcentaje de germinación. Es posible que las dosis altas de A.G. hayan actuado en forma negativa como ocurre muchas veces.

A los 35 dds hubo una mejora estadísticamente significativa en el porcentaje de germinación del tratamiento de 3 días de fermentado, con respecto al tratamiento de 6 días de fermentado y lavado, sin diferencia significativa puesto que su germinación no aumentó. En el tratamiento de 3 días fermentado, lavado y oreado se observa que hubo una merma en el porcentaje debido al oreado y los peores tratamientos fueron el uso de A.G. a altas concentraciones 1,000 y 5,000 ppm, obteniendo estos los más bajos porcentajes de germinación, estando de acuerdo en parte con lo encontrado en lúcumo por Duarte *et al* (1976) donde la dosis de 100 ppm fue la que dio los mejores resultados de germinación con relación a las dosis más altas.

Al final del ensayo, a los 45 días se observó que 3 días de fermentación fue el mejor debido a que, según Camacho (1994) el proceso de fermentación tiene algunas limitantes como son la falta de oxígeno y temperaturas altas durante su realización que afectan directamente el estado del embrión. Dio lo mismo hacer el lavado para remover la pulpa adherida o no hacerlo, también se puede observar que dejar las semillas oreando por 24 h redujo el porcentaje de germinación y que 6 días de fermentación, lavado y oreado fue uno de los peores tratamientos; según Hartmann y Kester (1997) esto se debe a que muchos días en fermentación elevan considerablemente la temperatura causando la muerte del embrión y por último se confirmó que las dosis altas de A.G. sin duda causaron un daño severo en las semillas de esta especie.

Cuadro 1. Efecto de la fermentación y el uso de ácido giberelico en el porcentaje de germinación de semillas de santol. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTOS	30 DDS	35DDS	45DDS
Fermentado 3 d	70.4 ab	98.8 a	98.8 a
Fermentado 3 d y lavado	73.5 ab	93.3 ab	98.8 a
Fermentado 6 d	73.5 ab	95.5 ab	95.5 ab
Fermentado 6 d lavado y oreado. Siembra ~ echada	50.0 abc	89.2 ab	91.3 abc
Testigo (Sacada del fruto y sembrada)	68.4 ab	90.1 ab	90.1 abc
Fermentado 3 d, lavado y oreado	67.2 ab	77.9 abc	90.1 abc
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 0 ppm	56.8 abc	83.3 abc	88.4 abc
Fermentado 6 d, lavado y oreado. Siembra ~ cuña	28.0 bc	63.6 bc	88.4 abc
Fermentado 6 d, y lavado	87.0 a	87.0 ab	87.0 abcd
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 500 ppm.	39.4 bc	71.6 abc	79.0 abcd
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 10 ppm	53.4 abc	67.2 bc	70.4 abcd
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 100 ppm.	46.6 abc	60.6 bc	64.0 bcd
Fermentado 6 d, lavado y oreado	50.0 abc	60.2 bc	60.2 bc
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 5,000 ppm.	16.3 c	38.1 c	52.1 cd
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 1,000 ppm.	31.5 bc	39.7 c	43.2 d

Prueba Múltiple de Medias DUNCAN ( $P < 0.05\%$ )

\*Nota: letras comunes entre los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas; letras diferentes entre los tratamientos si presentan diferencia estadística

#### 4.2. Velocidad de germinación

En el Cuadro 2 el patrón de germinación fue similar al del ensayo anterior, se observa que a la segunda semana de iniciada la germinación el tratamiento de 3 días de fermentado fue numéricamente mejor que los demás, seguido de 6 días de fermentado y los de 3 días de fermentado más lavado, junto con el testigo, que fueron similares. Al igual que con % de germinación las dosis altas de A.G. causaron un retardo en la velocidad de germinación. En la tercera semana los mejores tratamientos en cuanto a velocidad de germinación fueron 3 días de fermentado con o sin lavado, aunque sin diferencias significativas con la mayoría de tratamientos. En los tratamientos con A.G. a 100, 1,000 y 5,000 ppm la velocidad de germinación fue lenta, desuniforme y hubo problemas en la emergencia. Esto confirma lo que dicen Moore y Janick (1988) que aun sabiendo las dosis a aplicarse, no se conoce la cantidad de hormonas endógenas que tiene la semilla, por lo que no se sabe exactamente los resultados que se van a obtener.

Cuadro 2. Velocidad de germinación en el porcentaje de semillas germinadas de santol bajo el efecto de la fermentación y el uso de ácido giberélico. El Zamorano, Honduras. 1999.

TRATAMIENTOS	2 SEMANAS	3 SEMANAS
Fermentado 3 d	98.8 a	98.8 a
Fermentado 3 d y lavado	87.0 abc	98.8 a
Fermentado 6 d	95.5 ab	95.5 ab
Testigo (Sacada del fruto y sembrada)	87.0 abc	90.1 abc
Fermentado 3 d, lavado y oreado	75.0 abcd	87.0 abc
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 100 ppm.	46.6 cd	50.1 cd
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 0 ppm.	83.3 abcd	88.4 abc
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 10 ppm	67.2 abcd	70.4 abcd
Fermentado 6 d y lavado	87.0 abc	87.0 abc
Fermentado 6 d, lavado y oreado. Siembra ~ echada	77.9 abcd	88.3 abcd
Fermentado 6 d, lavado y oreado	56.8 bed	60.2 bcd
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 500 ppm.	71.6 abcd	79.0 bcd
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 5,000 ppm.	37.8 d	52.1 cd
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 1,000 ppm.	39.7 cd	43.2 d
Fermentado 6 d, lavado y oreado. Siembra ~ cuña	63.5 bed	88.4 abc

Prueba Múltiple de Medias DUNCAN ( $P < 0.05\%$ )

#### 4.3. Conformación del cuello

La conformación del cuello es de gran importancia en el crecimiento futuro de la plántula debido a que una mala conformación ocasiona problemas de mal anclaje, enanismo y ruptura prematura del tronco a la altura del cuello, ocasionando costos adicionales en la plantación establecida por reposición de plántulas y merma de producción por pobre crecimiento o muerte de plantas. En el Cuadro 3 se hicieron cuatro clasificaciones del tipo de cuello: recto, torcido, muy torcido y pésimo; de esta clasificación se encontró que en las semillas de santol no tuvo un efecto significativo la posición en que fueron sembradas.

Cuadro 3. Porcentajes de plantas de santol con diferentes conformaciones del cuello a los tres meses de sembradas en 2 posiciones. El Zamorano, Honduras. 1999.

TRATAMIENTOS	RECTO	TORCIDO	MUY TORCIDO	PESIMO
Siembra ~ echada	96	4	0	0
Siembra ~ en cuña	92	8	0	0

#### 4.4 Longevidad de la semilla

Las semillas de santol como la mayoría de las semillas de árboles tropicales son recalcitrantes, esto quiere decir que son altamente susceptibles a las pérdidas de humedad, no pudiendo reducirse ésta humedad como en las semillas ortodoxas a 10 – 12% para su conservación por varios años, como es el caso de los cereales.

Las semillas de santol que estuvieron al medio ambiente una semana, todavía germinaron con éxito logrando 60.3% de germinación, pero ya no se obtuvo resultados positivos en las que estuvieron 2, 3, 4 y 8 semanas al medio ambiente, debido a que perdieron más humedad de la que podían soportar perder. En otras palabras, las semillas de santol hay que sembrarlas antes de 1 semana de extraídas del fruto, si no se les da un almacenaje especial.

**Cuadro 4.** Germinación de semillas de santol expuestas a diferentes periodos al medio ambiente luego de sacadas del fruto. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTOS*	PORCENTAJE DE GERMINACION
Testigo (Sembrada de inmediato)	90.1
1 semana al ambiente (20 – 28°C)	60.3
2 semanas al ambiente (20 – 28°C)	0
3 semanas al ambiente (20 – 28°C)	0
4 semanas al ambiente (20 – 28°C)	0
8 semanas al ambiente (20 – 28°C)	0

\* Todos las semillas pasaron por una fermentación de 6 días, lavado y oreado.

#### 4.5. Altura y diámetro del tallo

Este parámetro se tomó con la finalidad de poder determinar el momento en que la planta está apta para el injerto, puesto que si el diámetro del tallo es muy delgado no se pueden injertar fácilmente. En el Cuadro 5 se puede observar que no hubo diferencias estadísticas pero sí existieron diferencias numéricas, en el caso de la altura total. La aplicación de A.G. a 5,000 ppm dio la mayor altura, seguida por 1,000 ppm. Esto concuerda con Duarte *et al* (1974) donde el uso de A.G a 1,000 y 10,000 ppm indujo un mayor crecimiento de las plántulas de chirimoyo, especialmente 10,000 ppm. En diámetro en la base del tallo el que tuvo mayor diámetro fue el tratamiento de 3 días de fermentado, lavado y oreado; no existiendo gran diferencia numérica en ambos parámetros con relación a los demás tratamientos. Dado que el A.G. no tuvo mayor efecto en acelerar o mejorar la germinación, es lógico que no se haya encontrado resultados significativos en tamaño de planta, ya que los demás tratamientos afectaron el porcentaje de germinación más que el crecimiento de las plántulas.

Cuadro 5. Altura total y diámetro en la base del tallo de plántulas de santol a los tres meses de la siembra. El Zamorano, Honduras. 1999.

TRATAMIENTOS	ALTURA ( cm )	DIAMETRO ( mm )
Fermentado 3 d y lavado	17.83	4.87
Fermentado 3 d	14.96	4.42
Fermentado 6 d y lavado	13.43	4.33
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 0 ppm.	14.03	4.56
Testigo (Sacada del fruto y sembrada)	16.90	4.46
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 5,000 ppm.	19.66	2.94
Fermentado 3 d, lavado y oreado	17.30	4.93
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 500 ppm.	13.33	2.93
Fermentado 6 d	15.13	4.46
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 10 ppm.	14.40	4.33
Fermentado 6 d, lavado y oreado	12.53	4.16
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 100 ppm	14.86	4.70
Fermentado 6 d, lavado y oreado. Siembra ~ echada	14.93	3.44
Fermentado 6 d, lavado, oreado, A.G. 1,000 ppm.	17.26	4.62
Fermentado 6 d, lavado y oreado. Siembra ~ cuña	14.06	3.53

\* Cabe señalar que los cálculos de altura total y diámetro a la base del tallo se hicieron basándose en el número de semillas germinadas, no en el número de semillas sembradas.

## 5. CONCLUSIONES

Las semillas de santol con 3 días de fermentado y 3 días de fermentado y lavado dieron los mejores porcentajes de germinación con 98.8 % a los 45 días de la siembra.

El uso de ácido giberélico en ninguna de sus concentraciones tuvo efecto sobre la germinación y su velocidad en las semillas de santol, tampoco sobre la altura y diámetro de la plántula.

La posición de la semilla no fue un factor preponderante para una buena conformación del cuello, en ambas posiciones echada y en cuña se obtuvo un desarrollo normal, que permite obtener plántulas adecuadas.

En cuanto a longevidad de la semilla, esta sólo germina hasta después de una semana al medio ambiente, en condiciones de El Zamorano, después de una semana la semilla muere por pérdida de humedad.

## 6. RECOMENDACIONES

Probar otros periodos de menor y mayor cantidad de días de fermentación, estos podrian ser de 1 y 9 días comparándolos con los de este ensayo, para comprobar si realmente el mayor número de días afecta el porcentaje de germinación y si el menor es lo más recomendable, como parece ser el caso.

Remojar las semillas en otras concentraciones de A.G. estas podrian ser 0, 20, 50, 200 y 700 ppm, debido a que concentraciones mayores o iguales a 1,000 ppm hubo un daño severo en las semillas.

Realizar pruebas de longevidad de la semilla bajo condiciones adecuadas de almacenaje o en ambiente controlado, tratando de evitar la pérdida de humedad y reduciendo la temperatura a un mínimo tolerable por esta semilla tropical.

Medir el parámetro de altura total y diámetro del tallo en diferentes edades de la plántula estas podrian ser 3, 5 y 7 meses después de siembra, dejando que esta pueda desarrollarse adecuadamente.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- BUBEL, N. 1988. *The New Seed-Starters Handbook*. Rodale Press, PA. EE.UU. 385p.
- CAMACHO, F. 1994. *Dormición de Semillas. Causas y Tratamientos*. Editorial Trillas, S.A de C.V. México. 186p.
- CORONEL, R. 1988. *Promising Fruits of the Philippines*. College of Agriculture, University of the Philippines at Los Baños. 3<sup>ra</sup> Edición. 521p.
- DUARTE, O; VILLAGARCIA, J; FRANCIOSI, R. 1974. Efecto de algunos tratamientos en la propagación del chirimoyo, por semillas, estacas e injertos. *Proc. Tropical Region Amer. Soc. Hort. Sci.* 18: 41-18.
- DUARTE, O; SANTOS, D; FRANCIOSI, R. 1976. Efecto de diversos tratamientos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de lúcumo. *Proc. Tropical Region Amer. Soc. Hort. Sci.* 20: 242-249.
- GEILFUS, F. 1989. *El árbol al servicio del agricultor: Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural. Vol. I: Principios y Técnicas*. Enda-Caribe y CATIE. Santo Domingo. Republica Dominicana. 657p.
- HARTMANN, H; KESTER, D. 1997. *Propagación de Plantas, principios y prácticas*. Compañía Editora Continental, S.A. de C.V., Quinta Reimpresión. México. 866p.
- MOORE, J; JANICK, J. 1988. *Métodos Genotécnicos en Frutales*. Editorial Calypso, S.A. México. 606p.
- MORTON, J. 1987. *Fruits of Warm Climates*. Media Incorporated Press. EE.UU. 505p.
- ROJAS GARCIDUEÑAS, M; RAMIREZ, H. 1993. *Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Fisiología-Tecnología-Experimentación*. Editorial Limusa. 2<sup>da</sup> Edición. México. 263p.
- UNAH/CURLA. 1999. *Frutales y Condimentarias del Trópico Húmedo. Programa de Formación de Recursos Fitogenotécnicos del Trópico Húmedo*. Honduras. 345p.