

**Efecto de la deshidratación sobre  
la germinación del litchi  
(*Litchi chinensis* Sonn.)**

**Ignacio Marcelo Ferrufino Vega**

**EL ZAMORANO**  
Departamento de Horticultura

**Diciembre, 1999**

**Efecto de la deshidratación sobre  
la germinación del litchi  
(*Litchi chinensis* Sonn.)**

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

**presentado por**

**Ignacio Marcelo Ferrufino Vega**

**El Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999**

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

---

**Ignacio Marcelo Ferrufino Vega**

**El Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999**

## **Efecto de la deshidratación sobre la germinación del litchi (*Litchi chinensis* Sonn.)**

presentado por

Ignacio Marcelo Ferrufino Vega

Aprobada:

---

Odilo Duarte, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Odilo Duarte, Ph.D.  
Jefe de Departamento

---

George Pilz, Ph.D.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Mauricio Huete, Ing.Agr.  
Asesor

---

Keith Andrews, Ph.D.  
Director

---

Odilo Duarte, Ph.D.  
Coordinador PIA

## **DEDICATORIA**

A Dios y a la Virgen por seguir mi camino y no desampararme.

A mis papas Rolando y Gaby por que siempre confiaron en mí, por todas sus oraciones y sobre todo por el gran amor que les tengo.

A mis hermanos Claudia, Rolando, Christian y a mi sobrino Ignacio por su gran apoyo durante estos cuatro años.

A mis abuelos Abraham, José, Luisa y Julia que desde el cielo cuidaron de mí.

A los que como yo fracasaron alguna vez y supieron aceptar sus errores y levantarse para seguir el camino.

A mi querida patria Bolivia y a mi hermosa Cochabamba.

A la vida y a la naturaleza.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen por darme fortaleza y por escuchar mis oraciones.

A mis padres Rolando y Gaby por el apoyo financiero, por que siempre estuvieron a mi lado en las buenas y en las malas y por ser la razón de mi vida.

A mis hermanos Claudia, Rolando, Christian y mi sobrino Ignacio por sus consejos y por su comprensión.

A mis tíos René, Nelly, Oscar, Lizzie y a mis padrinos Javier y Roxana por que siempre estuvieron pendientes de mí y por su apoyo moral.

A la familia Mendizabal por toda la ayuda brindada y por darme ánimos de seguir estudiando.

A mis primos Remy, Sergio, Rafo, Patricia y Joaquín por sus consejos.

Al Dr. Odilo Duarte por su gran ayuda en la realización de este trabajo, por su amistad sincera y por sus sabios consejos.

Al Dr. George Pilz y al Ing. Mauricio Huete por su ayuda incondicional y por su amistad.

A mis compañeros del PIA César Baca, Sergio Nava, Javier Meneses, Fausto Marín, Santiago Salvador, Luis Villagrán, Juan Luis Gómez, Felipe Mantilla y Luciano Vásquez por su apoyo y por todos los momentos compartidos.

A todo el personal del glorioso Departamento de Horticultura por su tiempo y ayuda brindada.

A El Zamorano por formarme como profesional.

## RESUMEN

Ferrufino, Ignacio 1999. Efecto de la deshidratación sobre la germinación del litchi (*Litchi chinensis* Sonn). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 23p.

El estudio se realizó en El Zamorano para determinar la causa principal de la rápida pérdida de viabilidad de la semilla de litchi. Las semillas se obtuvieron de frutos maduros recién cosechados y después de determinar su contenido de humedad, que fue de alrededor del 52%, se sometieron a deshidratación sin protección física en una cámara a 10°C hasta perder 10, 20, 30, 40, 50 y 60% de su humedad y al medio ambiente (22-28°C), durante 3, 5, y 7 días. Una vez alcanzado el porcentaje de pérdida de humedad deseado a 10°C o los días proyectados al medio ambiente, se procedió a hacer las pruebas de germinación en rollos de papel toalla envueltos en bolsas de polietileno en gabinetes de laboratorio. Las semillas recién sacadas de la fruta fresca germinaron 100%; con pérdidas de alrededor de 30% de humedad, germinó el 80% de las semillas tenidas al medio ambiente y el 65% de las tenidas a 10°C; con 50% de humedad perdida en cualquiera de los ambientes las semillas ya no germinaron. A este 50% se llegó en menos de una semana al medio ambiente y en más de un mes a 10°C. Esto explica el hecho que las semillas del litchi al medio ambiente no viven ni una semana. También a medida que bajó el contenido de humedad, el proceso de germinación se retrasó y alcanzó su valor final más tarde que en semillas sin pérdida de humedad. La pérdida de humedad en la semilla del litchi es la principal causa de su rápido deterioro como en muchas semillas recalcitrantes.

**Palabras claves:** Propagación sexual, semillas recalcitrantes, viabilidad.

## **Nota de prensa**

### **POR QUE SE MUEREN LAS SEMILLAS DE LITCHI A LOS POCOS DIAS DE SACADAS DEL FRUTO?**

Esta pregunta se planteó el investigador durante su ensayo realizado en el Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras y encontró que si se puede extender la vida de las semillas dándole las condiciones optimas de temperaturas y humedad.

La conservación de semillas es una técnica que se ha desarrollado con el transcurrir de los años, en el caso de las semillas como maíz o frijol cuando se les baja el contenido de humedad al mínimo se pueden mantener por años, pero las semillas de muchos cultivos tropicales y subtropicales como el litchi, cacao, jaboticaba, cítricos y aguacate son susceptibles a la excesiva pérdida de humedad que les produce la muerte. Así lo demuestra el ensayo realizado en el Departamento de Horticultura de El Zamorano, donde se almacenaron semillas en diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa que permitieron que las semillas perdieran humedad.

La demanda de frutas de litchi va en aumento a nivel mundial provocando que se extienda su cultivo en los trópicos americanos. La técnica tradicional de propagación es por acodo aéreo, pero no siempre se cuenta con un árbol maduro de donde se puede obtener este material en cuyo caso hay que comenzar con semillas, pero uno de los principales problemas de esta propagación es que pierde su viabilidad muy rápido cuando está al medio ambiente

Con fin de averiguar cual es la causa de esta rápida perdida de viabilidad, se estableció el experimento entre julio y septiembre de 1999, donde se almacenaron semillas sin protección al medio ambiente por 3, 5 y 7 días, y a 10°C con 85% de humedad relativa hasta que perdieron 10, 20, 30, 40, 50 y 60% de su humedad y luego se las sembró para determinar el porcentaje de germinación y determinar que pérdida de humedad toleraban.

A medida que la semilla perdió humedad su porcentaje y velocidad de germinación fueron disminuyendo y cuando la pérdida llegó al 50% la semilla murió. Esta pérdida de humedad ocurrió antes de una semana al medio ambiente y alrededor del mes a 10°C. Se recomienda almacenar las semillas frescas en bolsas delgadas de plástico a 10°C de temperatura.



## CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Resumen	vi
	Nota de prensa	vii
	Contenido	viii
	Indice de cuadros	ix
	Indice de figuras	x
	Indice de anexos	xi
1.	<b>INTRODUCCION</b>	1
2.	<b>REVISION DE LITERATURA</b>	2
2.1	ASPECTOS GENERALES DEL LITCH	2
2.2	FACTOES QUE INFLUYEN EL ALMACENAMIENTO	3
2.3	CALIDAD DE SEMILLAS	6
2.4	ESTRATIFICACION DE SEMILLAS	6
2.5	EL CASO DEL LITCHI	7
3	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	9
3.1	UBICACION	9
3.2	DETERMINACION DE HUMEDAD	9
3.3	OBTENCION DE LA SEMILLA	9
3.4	TATAMIENTOS	9
3.5	PRUEBA DE GERMINACION	10
3.6	ANALISIS ESTADISTICO	10
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	11
5.	<b>CONCLUSIONES</b>	19
6.	<b>RECOMENDACIONES</b>	20
7.	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	21
8.	<b>ANEXOS</b>	23

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1. Germinación de semillas de litchi luego de ser expuestas al medio ambiente, sin protección contra la pérdida de humedad, El Zamorano, Honduras, 1999. 12
2. Germinación de semillas de litchi luego de ser expuestas a 10°C, sin protección contra la pérdida de humedad, El Zamorano, Honduras, 1999. 12
3. Días para iniciar y alcanzar el porcentaje final de germinación en semillas de litchi, luego de diversos tratamientos de deshidratación a 10°C y al medio ambiente, sin protección. El Zamorano, Honduras, 1999. 14

**INDICE DE FIGURAS**

## Figura

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Porcentaje de humedad perdida por día, en relación a la humedad total, de semillas de litchi, al medio ambiente sin protección. El Zamorano, Honduras, 1999. | 16 |
| 2. | Porcentaje de humedad perdida por día, en relación a la humedad total, de semillas de litchi, a 10°C sin protección. El Zamorano, Honduras, 1999.            | 17 |
| 3. | Curva de contenido de humedad en semillas de litchi, al medio ambiente sin protección. El Zamorano, Honduras, 1999.  | 18 |
| 4. | Curva de contenido de humedad en semillas de litchi, a 10°C sin protección. El Zamorano, Honduras, 1999.   | 18 |

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

1. Análisis de varianza para la germinación de semillas de litchi durante 0, 3, 5 y 7 días al medio ambiente sin protección. 23
2. Análisis de varianza para la germinación de semillas de litchi a 10°C hasta perder 10, 20, 30, 40, 50 y 60% de humedad sin protección. 23

## 1. INTRODUCCION

El incremento de las exportaciones agrícolas desde los trópicos americanos ha inclinado a una parte de la actividad agropecuaria hacia una producción selectiva y muy tecnificada. La producción frutícola es una de las que más ha evolucionado en este aspecto y debido a las condiciones que existen en nuestro medio se debería pensar más en la producción de especies con potencial para mercados locales e internacionales, tal es el caso del litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) que es una fruta con un singular sabor dulce, una fragancia y un aroma peculiares, una textura suave, blanda y jugosa.

Existen dos formas de propagación de los árboles frutales, sexual y asexual. La propagación sexual se realiza por medio de semillas, y aparte de las mutaciones, es la única forma de obtener mejoramiento y/o nuevas variedades. La propagación asexual se realiza por estacas, acodos e injertos. En el caso del litchi, tradicionalmente se ha propagado por acodo aéreo, sin embargo, en tiempos ancestrales el sistema de propagación fue por semillas y resultaron ser muy eficientes, pero como la mayoría de árboles este medio de propagación, aparte del tiempo que necesita para empezar a producir, no garantiza la calidad y rendimiento final del cultivo por la variabilidad genética que conlleva. Además, existe otro gran inconveniente en este caso, pues las semillas de litchi son recalcitrantes, es decir, tienen una viabilidad muy corta, inferior a cinco días cuando se tienen almacenadas al medio ambiente.

Sin embargo, las causas de la rápida pérdida de viabilidad de la semilla de litchi y otras semillas recalcitrantes y sus dificultades de almacenamiento no han sido investigadas a cabalidad (Prasat *et al.*, 1996).

Debido a lo anterior, se están buscando alternativas que garanticen buenas condiciones de almacenamiento para asegurar una buena conservación de la semilla, es decir, que al momento de la siembra posea una alta capacidad germinativa, no sólo desde el punto de vista de germinación, sino también de vigor y con ello asegurar una rápida implantación del cultivo. Aunque la calidad también depende de las condiciones de precosecha y cosecha a las que la semilla haya estado sometida antes de su extracción.

En el presente estudio se trató de determinar cual es la causa principal de la rápida pérdida de viabilidad de la semilla de litchi una semilla considerada recalcitrante que, como se mencionó antes, al medio ambiente ésta se pierde totalmente a los 4-5 días de extraída del fruto.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL LITCHI

El litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) pertenece a la familia *Sapindaceae*, es un frutal nativo de las zonas subtropicales del sudoeste de Asia, más específicamente de la provincia de Cantón, en la zona del sur de China, aunque también se dice que es originario de Vietnam del Norte. Este fruto es de importancia económica y nutritiva para los chinos como lo es el mango para los hindúes, el durián para los malayos y el maracuyá para los brasileños (Galán Sauco, 1990).

Del litchi no se conocen especímenes silvestres, lo que constituye una prueba de su antigua utilización por el hombre (Galán Sauco, 1987). La cultura china ha guardado algunos testimonios históricos, escritos y pictóricos, sobre el litchi. La primera referencia escrita que se conoce tiene más de 3,000 años, cuando el emperador Wu Ti de la Dinastía China Han promovió su mayor extensión. El primer libro cultural de frutas en la historia universal, escrito por Tsai Hsiang en 1,059 d.C, se refiere precisamente a esta especie (Schwentesius y Gómez, 1997).

El árbol de litchi alcanza normalmente 12 m de altura y tiene un tronco grueso, recto y corto, de color marrón oscuro. Las plantas de semillas poseen una fuerte raíz pivotante, que prácticamente no existe en las plantas provenientes de acodo aéreo. La producción de flores se agrupa en panículas terminales donde su producción masiva es al final del invierno y principios de primavera, de estas derivan los frutos que son drupas de forma redonda, ovoide, acorazonada y hasta arriñonada, pueden alanzar 5 cm de largo y 4 cm de diámetro y hasta 35 g de peso. La pulpa es un arilo, de color blanco perla, de aspecto gelatinoso firme, subácida, jugosa y dulce, con una textura parecida a la de la fresa. La semilla es brillante, de color marrón oscuro, que representa entre un 10 y 18% del peso del fruto, aunque existen semillas abortadas a las cuales se le denomina lengua de pollo, este aborto es debido a condiciones climáticas desfavorables (Galán Sauco, 1990).

La poca viabilidad de la semilla no permitió la rápida difusión de esta especie en las regiones tropicales y subtropicales de mundo. Por lo tanto, recién llegó a Sudáfrica, Hawaii, Florida, California y Australia a mediados del siglo XIX (Galán Sauco, 1987). Debido al acortamiento de los tiempos de viaje entre los continentes por vía aérea y a las técnicas de propagación asexual, actualmente las principales variedades de litchi son cultivadas en diferentes continentes, en lugares donde encuentran las condiciones climatológicas favorables para su explotación, aunque la principal área productora comercialmente es a 33° latitud norte y 30°48' latitud sur (Batten, 1982; citado por Galán Sauco, 1990).

## 2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EL ALMACENAMIENTO

Botánicamente la semilla es el óvulo maduro encerrado dentro del ovario maduro fresco. Las semillas y los frutos de las diferentes especies varían grandemente en aspecto, tamaño, forma, ubicación y estructura del embrión. Estas características son útiles para la identificación y para saber cuales son los requerimientos de germinación y almacenamiento (Hartmann y Kester, 1997).

La necesidad de conservar semillas por largos períodos surge con el desarrollo de mejores prácticas agrícolas y programas de producción de plantas (Bubel, 1988). Para propósitos comerciales, las semillas no son almacenadas por más de uno o dos años, aunque para períodos cortos no son necesarias condiciones tan especiales para mantener la viabilidad, pero para conservar las semillas vigorosas se requiere de un buen conocimiento de los métodos de almacenamiento (Bass, 1980).

Según Hartmann y Kester (1997) las condiciones de almacenamiento que mantienen la longevidad de las semillas, son aquellas que reducen la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar el embrión. Los factores más importantes que están interrelacionados y determinan la longevidad de las semillas en almacenamiento son la temperatura y el contenido de humedad de la semilla.

### 2.2.1 Efectos de la temperatura

Según Hartmann y Kester (1997) la reducción de temperatura prolonga la vida de las semillas almacenadas y puede contrarrestar los efectos adversos del elevado contenido de humedad que la semilla puede tener. Para semillas que no son afectadas adversamente por condiciones de baja humedad, entre valores de 5 a 14%, cada reducción del 1% en humedad duplica la vida de éstas. Por otro lado, a temperaturas de almacenamiento entre 0 y 45°C, cada disminución de 5°C también duplica la vida de almacén. Por otra parte, las semillas almacenadas a baja temperatura pero con una humedad relativa alta pueden perder viabilidad con rapidez cuando se cambia a temperaturas más elevadas. Para conservar la máxima viabilidad, la mayoría de semillas de frutales de hoja caduca se almacenan en recintos con contenido de humedad fijo y temperatura constante, generalmente entre 0° y 5° C. En este rango de temperatura, el agua que contiene la semilla no se congela y las actividades enzimáticas se retardan.

Las semillas de pera japonesa secadas a menos de 10% de humedad no muestran pérdida en germinación cuando son sometidas a temperaturas de 0°, -10°, -25° y -196°C por 48 horas. Semillas con 55% de humedad pierden su viabilidad a temperaturas bajo los 0°C, semillas con 12 % de humedad pierden toda viabilidad en menos de un año a temperatura ambiente, pero semillas a 4% de humedad retienen toda su viabilidad inicial por 3 años (Bass, 1980).

Es posible almacenar semillas a temperaturas inferiores de 0° C, si su contenido de agua es bajo. Temperaturas tan bajas como -196°C, que es la del nitrógeno líquido, no

perjudican los embriones si contienen menos de 10% de agua, en cambio matan a los embriones que contienen más del 50% (U.S.D.A., 1986).

Por otro lado, en especies tropicales se produce lo que se conoce como “daño por frío” al igual que con las frutas tropicales, por lo tanto no se pueden almacenar a temperaturas demasiado bajas y muchas necesitan rangos de 8 a 15°C (Duarte, 1999)<sup>1</sup>, aunque tampoco pueden ser deshidratadas a bajos contenidos de humedad (Roberts, 1973). Tales son los ejemplos del mango, cacao, jaborcoba y aguacate.

En el caso del litchi, Suchini (1994) encontró que semillas almacenadas a 12°C llegaron a las 35 semanas con una viabilidad de 80%, luego que a las 25 semanas todavía esta fue 95%; mientras que las almacenadas a 5°C, la semana 25 bajaron su porcentaje de germinación a 60%, del 100% que tenían la semana 20, y a las 30 semanas su viabilidad fue 0%. Estas semillas en ambas temperaturas estaban en bolsas de polietileno de una milésima de pulgada de espesor con o sin musgo. Esto indica que 5°C produce daño por enfriamiento en las semillas de litchi.

En un ensayo reciente Duarte (1999)<sup>1</sup> encontró que a 12°C, en bolsas de polietileno sin sustrato, las semillas llegaban con 15% de viabilidad al finalizar un año. Más tarde, encontró que podía llegar a los 15 meses de almacenamiento a 10°C en vez de 12°C y obteniendo una germinación entre el 40 y 50 % al final de los 15 meses, con ello llegó a la conclusión que para el litchi la mejor temperatura de almacenamiento es 10°C.

### **2.2.2 Humedad de la semilla**

Semillas ortodoxas son aquellas que pueden ser secadas a bajo contenido de humedad (*e.g.*, 5%) y toleran temperaturas bajas. Si entre 5 y 14% el contenido de humedad de la semilla aumenta en 1% la vida de las semillas ortodoxas se reduce en un 50%. Semillas recalcitrantes no pueden ser secadas bajo su punto crítico de contenido de humedad (*e.g.*, 30%) y no toleran temperaturas bajas. Debido a estas diferencias, (Hanson, 1984; citado por Chin *et al.* 1989) estima que el término “sensibilidad a desecación” describe más a las semillas recalcitrantes.

El alto contenido de humedad de las semillas recalcitrantes las hace sensibles a la desecación. Por ejemplo el cacao pierde rápidamente su poder germinativo cuando es secado de 26 a 20% de humedad, estos valores son extremadamente altos comparados con las especies ortodoxas que pueden ser secadas de 2 a 4% de humedad. Otros casos son de las semillas de cítricos, que sólo pueden tolerar un poco de deshidratación sin perder viabilidad, las semillas de naranjo se dañan si se las seca debajo de 25% de humedad, y las de toronja se vuelven inactivas cuando se desecan debajo del 51% (Alvarez, 1973). Según Duarte (1995) la semilla de jaborcoba no puede perder mucho su contenido de humedad, cuando este baja del 57% empieza a declinar el porcentaje de germinación hasta llegar a cero cuando la semilla tiene una humedad menor del 20%.

---

<sup>1</sup> Odilo Duarte. 1999. Ensayo de conservación de semillas de litchi. Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal).



Esto significa que la humedad de las semillas recalcitrantes es el factor más crítico que determina su viabilidad y longevidad, por esta razón primero se debe de identificar el tipo de semilla antes de someterla a algún método de almacenamiento (Chin *et al.*, 1989).

### **2.2.3 Humedad Relativa (H.R.) de almacenamiento**

La naturaleza higroscópica de la semilla le permite ajustar su contenido de humedad para estar en equilibrio con cualquier humedad relativa dada. El equilibrio se alcanza cuando la semilla no muestra tendencia de absorber o perder humedad (Copeland, 1976; citado por Moore y Janick, 1988).

En semillas almacenadas de 4 a 10°C, la H.R. no tiene que ser mayor a 70%. Cuando las semillas se sacan del almacenamiento a una H.R. de más de 50% se deben secar hasta que tengan un contenido de humedad seguro, a no ser que se siembren de inmediato (Hartmann y Kester, 1997). A temperaturas de almacenamiento entre 0 a 10°C, las semillas no deben secarse y se deben guardar en almacenes que tengan un alto contenido de humedad, se recomienda de 80 a 90% de H.R (Bass, 1980)

En el caso del litchi, Suchini (1994) y Duarte (1999)<sup>1</sup> obtuvieron largos periodos de almacenamiento guardando las semillas en bolsas de polietileno a 12 y 10°C respectivamente, estas bolsas producían el efecto de mantener una H.R. del 100%, evitando que la semilla perdiese su agua. Esto junto con una temperatura adecuada les ha permitido prolongar espectacularmente la conservación de esta semilla.

### **2.2.4 Influencia del Dióxido de Carbono y Oxígeno**

Como producto del metabolismo de la semilla se desprende el dióxido de carbono y el oxígeno es absorbido durante el almacenamiento. Una semilla activa tiene un intercambio gaseoso más elevado que una inactiva. Si la energía obtenida durante la respiración no se utiliza para el crecimiento, entonces es liberada en forma de calor y la temperatura de la semilla almacenada se eleva, por consiguiente, su vida se acorta si no se tiene las condiciones óptimas de almacenamiento (U.S.D.A., 1986).

### **2.2.5 Hongos y Bacterias**

Estos microorganismos comúnmente se encuentran sobre o dentro de las semillas, contienen enzimas que metabolizan y transforman los compuestos químicos, algunos de estos compuestos pueden dañar el embrión o poner suave la semilla, lo que ocasiona que la semilla de haga vulnerable a otro tipo de microorganismos destructores (Bubel, 1988).

Por su respiración producen energía, que puede aumentar la temperatura y causar muerte de las semillas, aparte de producir grandes cantidades de dióxido de carbono y como es lógico necesitan agua para su desarrollo, por lo que el secado de semillas hasta un porcentaje dado, que varía para cada especie, tiende a inhibir su actividad. Pero en

---

<sup>1</sup> Odilo Duarte. 1999. Ensayo de conservación de semillas de litchi. Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal).

muchos tipos de semillas no se puede hacer esta práctica ya que la pérdida de más del 50% de su agua las mata directamente y ese alto contenido de humedad las hace más propensas a estos ataques (Moore y Janick, 1988).

### **2.3 CALIDAD DE SEMILLAS**

La viabilidad de las semillas puede expresarse como el porcentaje de germinación, que indica el número de plantas producido por un número dado de semillas. Características adicionales son la rápida y uniforme germinación, crecimiento vigoroso de las plantas y por supuesto, un aspecto normal de ellas. Las semillas poco vigorosas que son sometidas a germinación tienen una alta probabilidad de no resistir condiciones desfavorables en el almácigo como ataques de microorganismos patógenos, etc. (U.S.D.A., 1986).

La baja germinación también puede deberse a un desarrollo incompleto de la semilla, daños durante la cosecha, almacenamiento inapropiado, enfermedades, envejecimiento y propiedades genéticas de ciertos cultivares (Hartmann y Kester, 1997).

En el caso del litchi un estudio hecho por Prasat *et al.* (1996) mostró una diferencia en germinación entre los cultivares Deshi y Early Bedana, los resultados mostraron una notoria diferencia entre ellas, Deshi germinó en un 92% y en Early Bedana el resultado fue sólo de 60%, en ambos casos se usaron semillas recién sacadas del fruto maduro.

### **2.4 ESTRATIFICACION DE SEMILLAS (Enfriado en húmedo)**

Esta es una práctica que generalmente tiene por objeto permitir la maduración de embriones rudimentarios o mejorar el balance de promotores e inhibidores en las semillas que están en dormancia. Este periodo hace que aumente los promotores o disminuya los inhibidores, o ambos a la vez (Hartmann y Kester, 1997).

En la estratificación de semillas, se mezclan con algún medio que retenga humedad, proporcione aeración y no contenga sustancias tóxicas. Entre ellos se encuentran la arena bien lavada, el musgo turboso o el esfagnífero, la vermiculita y/o el aserrín que se ha sometido a composteo. Cualquiera de estos medios debe estar húmedo pero no tanto que al exprimirlo suelte agua. Las semillas se mezclan con el medio en proporción de uno a tres partes de su volumen o se les puede estratificar en capas, alternándolas con capas de medio de espesor similar (Moore y Janick, 1988).

Los recipientes adecuados son botes de hojalata, cajas, frascos de vidrio o cualquier recipiente que proporcione aeración, impida el secado y proteja contra roedores. La temperatura usual de estratificado es de 0 a 10°C, a temperaturas mayores las semillas se calientan o germinen prematuramente, a menores se retrasa la germinación. El tiempo de estratificación depende de las especies y variedades de las semillas, pero generalmente va de 1 a 4 meses a bajas temperaturas. Durante el tiempo de estratificación las semillas tienen que ser examinadas periódicamente, si están secas se debe de humedecer el medio (Hartmann y Kester, 1997).

Donde no se disponga de cuartos refrigerados y se tenga frío invernal, la estratificación puede hacerce a la intemperie, ya sea en fosas o zanjas más o menos profundas o en camas elevadas encerradas en una estructura de madera, el enfriamiento invernal y la lluvia natural proporcionarían las temperaturas de enfriamiento y humedad requerida. Para iniciar el proceso es ideal que la semilla se imbibiera en agua, por lo cual se recomienda remojarla durante 24 horas, con esto se acelera el proceso fisiológico que produce esta práctica (Duarte, 1999)<sup>1</sup>.

## 2.5 EL CASO DEL LITCHI

Diversos autores han tratado de mantener viable la semilla de litchi por mayor tiempo del que generalmente dura al medio ambiente, ya que no siempre se cuenta con una planta madura para efectuar los acodos aéreos, que es el mejor método de propagación asexual de esta especie.

Las semillas de litchi según la literatura tienen una viabilidad muy corta, hasta el punto que expuestas al aire en lugar sombreado y en condiciones normales de humedad, empiezan a arrugarse en menos de 24 horas de extraídas del fruto y a los cinco días ya no se produce la germinación (Galán Sauco, 1990).

Según Higgins (1917) se puede almacenar semillas de litchi hasta por ocho semanas, colocadas en medio de dos capas de 2.5 cm de espesor de musgo de sphagnum bien humedecido, o en un medio similar, e incluso en nevera, envueltas en turba, al menos durante 30 días.

También pueden conservarse en placas Petri cerradas y espolvoreadas con fungicida durante un mes a la sombra y a temperaturas entre 15 y 25°C, sin que pierdan su capacidad germinativa (Galán Sauco, 1987).

Otra forma de preservación consiste en mantener las semillas dentro del fruto que las protege de desecación conservando su viabilidad por al menos 3-4 semanas (Evreinoff, 1950).

Suchini (1994) encontró que en semillas almacenadas a 12°C llegaron a las 35 semanas con una germinación de 80%, mientras que en las almacenadas a 5°C a la semana 25 bajaron su porcentaje de germinación a 60% y a las 30 semanas fue 0%. Estas semillas estaban en bolsas de polietileno de una milésima de pulgada espesor con o sin musgo.

---

<sup>1</sup> Odilo Duarte. 1999. Estratificación de semillas. Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal)

Por otro lado, Duarte (1999)<sup>1</sup> encontró que podía llegar a los 15 meses de almacenamiento con esta semilla manteniéndola en bolsas de polietileno bien cerradas a 10°C y obtuvo una germinación entre el 40 y 50 % al final de los 15 meses.

---

<sup>1</sup> Odilo Duarte. 1999. Ensayo de conservación de semillas de litchi. Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal)

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 UBICACION**

El trabajo se realizó en el Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano” localizada en el valle del río del Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. A 14° Latitud Norte y 87.02° Longitud Oeste. Con una altura de 800 metros sobre el nivel del mar, una temperatura anual de 24.2°C y una precipitación media anual de 1100 mm. Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, El Zamorano se encuentra en una zona de vida catalogada como Bosque Seco Tropical.

#### **3.2 DETERMINACION DE LA HUMEDAD**

Se obtuvieron frutos maduros de litchi recién cosechados provenientes de Siguatepeque, Honduras, de los cuales se escogieron al azar ocho semillas que se sometieron a la pérdida de humedad en un horno a 105°C durante 24 horas, en el Laboratorio de Bromatología de la Escuela Agrícola Panamericana.

#### **3.3 OBTENCION DE LA SEMILLA**

Conociendo el porcentaje de humedad y materia seca se procedió al despulpado y limpieza de las semillas, para luego pesarlas en una balanza de  $\pm 2$  g de precisión e inmediatamente se inició los tratamientos para evitar que estas perdieran su humedad.

#### **3.4 TRATAMIENTOS**

Los tratamientos utilizados fueron:

- Testigo (Semilla con 100% de humedad, sembrada apenas se sacó del fruto)
- Semillas a 10°C con 10% de pérdida de humedad
- Semillas a 10°C con 20% de pérdida de humedad
- Semillas a 10°C con 30% de pérdida de humedad
- Semillas a 10°C con 40% de pérdida de humedad
- Semillas a 10°C con 50% de pérdida de humedad
- Semillas a 10°C con 60% de pérdida de humedad
- Semillas sin protección de pérdida de humedad al medio ambiente por 3 días
- Semillas sin protección de pérdida de humedad al medio ambiente por 5 días

- Semillas sin protección de pérdida de humedad al medio ambiente por 7 días
- Semillas en frutos secos (Deshidratados)

Las semillas tanto al medio ambiente como en frío fueron puestas en un tul con el objetivo de que no tuvieran una barrera física que les impidiera perder humedad. Las de frío fueron puestas en el almacén de postcosecha a 10°C para que fueran perdiendo su humedad gradualmente, las de medio ambiente estuvieron expuestas a aproximadamente 25°C de temperatura en una oficina. Las semillas en ambos ambientes se pesaban cada 24 horas para poder establecer la curva de pérdida de peso y evitar que perdiesen más humedad de lo deseado, fueron sembradas cuando llegaban al 5, 10, 15, 20, 25 y 30% de pérdida de peso. Las semillas al medio ambiente se sembraron a los 3, 5 y 7 días de extraídas del fruto y antes de la siembra también fueron pesadas para determinar cuanta humedad habían perdido.

### **3.5 PRUEBA DE GERMINACION**

Las pruebas de germinación se hicieron preparando un “sandwich” que tenía como base una lámina de polietileno, encima cuatro láminas de papel toalla y encima de ellas otra lámina de polietileno, las semillas se colocaron de modo que quedaron con dos láminas de papel toalla debajo de ellas y dos láminas encima.

El papel toalla fue humedecido con un aspersor, hasta dejarlo bastante húmedo, luego se enrollaron estos “sandwich” y se dejaron los rollos en oscuridad dentro de una caja de cartón. Se hizo el control a diario de los rollos para determinar el tiempo de germinación de cada tratamiento y para observar los problemas que las semillas sufrían durante el proceso germinativo.

### **3.6 ANALISIS ESTADISTICO**

El ensayo se llevó a cabo bajo un diseño experimental de Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones de cinco semillas cada una. El análisis de la información se realizó en el programa “Michigan Statistics” M-STAT del cual se obtuvieron un análisis de varianza y una prueba múltiple de medias DUNCAN.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

La determinación del contenido de humedad de las semillas de litchi en el horno del Laboratorio de Bromatología indicó que éstas tenían un 52% de humedad y un 48% de materia seca, con esta premisa los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Hubo una diferencia altamente significativa en la germinación de las semillas en relación a los días transcurridos después de ser extraídas del fruto (Cuadro 1). Las semillas sacadas del fruto fresco y maduro e inmediatamente sembradas, tuvieron una germinación del 100%. En el mismo Cuadro 1 se puede ver que a medida que pasaron más días o que la semilla perdía más humedad su germinación bajó a 0%. El quinto día, en que habían perdido 45% de su humedad, su germinación fue 0%. En el caso de las semillas mantenidas a 10°C (Cuadro 2) prácticamente ocurrió lo mismo pero después de un mayor tiempo, pues el frío tendió a reducir la velocidad de pérdida de humedad, pero con 40% de pérdida de humedad la viabilidad bajó a la mitad y con una pérdida de 50% o más dejó de germinar.

En el caso de las semillas almacenadas al medio ambiente (M.A.); cuando se sembraron a los 3 días habían perdido 27% de su humedad y empezaron a germinar a los cuatro días, hasta llegar a su máxima germinación a los ocho días con un 80%. Esta pequeña baja en la germinación total y la mayor demora, se debe a la rápida pérdida de humedad y las condiciones de temperatura a las que las semillas fueron expuestas ya que estaban sin ninguna protección física. También se observó que a medida que se reducía la humedad de las semillas, éstas se arrugaban y perdían un poco su color característico que es marrón oscuro, o sea, se aclararon un poco. Esto coincide con lo descrito por Bubel (1980) que a medida que las semillas pierden humedad sus características físicas van cambiando aceleradamente, sobre todo en aquellas que deben tener altos contenidos de humedad.

Las semillas al M.A. que fueron sembradas a los 5 días habían perdido 45% de su humedad inicial y las sembradas a los 7 días habían perdido 58% de su humedad, por ello no germinaron y después de 25 días se dio por terminado el ensayo. Esto según el U.S.D.A. (1986) es debido a que la temperatura ambiental y el contenido de humedad de la semilla producen cambios en su metabolismo celular como rupturas y transformación de los componentes químicos como también en la acción enzimática; estas semillas como resultado de la pérdida de agua se encontraban totalmente arrugadas y de color café claro. Estos resultados no coinciden con los de Suchini (1994) pues él obtuvo un 45 y 5% de germinación después que las semillas estuvieron expuestas al medio ambiente cinco y ocho días respectivamente. Esto puede deberse a que este autor tuvo las semillas en un ambiente más protegido de una bolsa, lo que atrasó su pérdida de humedad.

Cuadro 1. Germinación de semillas de litchi luego de ser expuestas al medio ambiente sin protección contra la pérdida de humedad, El Zamorano, Honduras, 1999.

Días al medio ambiente.	Porcentaje de pérdida de humedad	Porcentaje de germinación
0	0	100 a
3	27	80 b
5	45	0 c
7	58	0 c

Separación múltiple medias DUNCAN ( $P < 0.05$ )

Cuadro 2. Germinación de semillas de litchi luego de ser expuestas a 10°C, sin protección contra de la pérdida de humedad, El Zamorano, Honduras, 1999.

Días a 10°C	Porcentaje de pérdida de humedad	Porcentaje de germinación
0	0	100 a
6	10	100 a
11	20	100 a
18	30	65 b
28	40	45 c
40	50	0 d
42	60	0 d

Separación múltiple medias DUNCAN ( $P < 0.05$ )



A medida que el tiempo transcurrió y no se observaba germinación, las semillas se deterioraron poco a poco, debido a su debilidad y a que no podían poner su metabolismo normal en funcionamiento, entonces se mostraron muy susceptibles a la colonización de hongos y por ende a la pudrición, pues se percibía un olor avinagrado, estos acontecimientos generalmente aparecieron al sexto día de la siembra.

En el Cuadro 2 se puede apreciar lo ocurrido con las semillas que estuvieron a 10°C y 85% de HR y que fueron perdiendo humedad lentamente. Estas se encontraban en condiciones óptimas de temperatura de conservación, pero sin una barrera física que impidiera la pérdida de humedad. Estas semillas también mostraron diferencias significativas entre los diferentes grados de pérdida de humedad. Como este cuadro lo muestra, las semillas toleraron pérdidas de hasta 20% de su humedad sin problemas, pero cuando se pasó a 30% o más, el porcentaje de germinación disminuyó notablemente, y con 50% de su humedad perdida se murieron.

Estos resultados y los del Cuadro 1 coinciden con lo indicado para semillas recalcitrantes, que necesitan tener un contenido de humedad bastante alto, de lo contrario se mueren. Esto se ha visto en los casos de semillas de otras especies recalcitrantes como el cacao (Hor *et al.*, 1984) donde al reducirse la humedad a menos del 30% la semilla muere. También se ha visto que en semillas de cítricos como el naranjo (Alvarez, 1973) en que la disminución de humedad por debajo del 25% elimina su viabilidad.

Por otro lado, si se comparan los Cuadros 1 y 2 se nota que la diferencia principal estuvo en la temperatura y que el medio ambiente aceleró la pérdida de humedad. En ambos casos, cuando la semilla perdió alrededor de 30% de su humedad se produjo una drástica disminución en su germinación, y cuando esta pérdida llegó al 50% la germinación dejó de ocurrir. Se considera por ello que la humedad de la semilla fue la principal causa de su mortalidad, pues a 10°C esta semilla puede vivir hasta 12-15 meses (Duarte, 1999)<sup>1</sup>. A temperatura ambiente la semilla está más acelerada y también pierde agua más rápidamente que a 10°C y por ello la disminución en germinación se presentó mucho antes, aunque en ambos casos la caída en germinación se produjo cuando el porcentaje de humedad de la semilla bajó del 30%.

En el Cuadro 3 se observa que con semillas recién sacadas del fruto la germinación a los tres días fue 80% y el quinto día llegó al 100%, esto debido a que la semilla no tuvo pérdida de humedad. Esto coincide con lo indicado por Galán Sauco (1987) que bajo condiciones normales la germinación debe empezar a los tres días; pero no coincide con el trabajo de Suchini (1994) donde las semillas que fueron sembradas apenas extraídas de la fruta tuvieron un 65% de germinación, aumentando al 100% cuando se sembraron a los dos días de extraídas, según este autor este efecto podría deberse a que la semilla necesita un período de post maduración o perder un poco de humedad para alcanzar su óptima germinación.

---

<sup>1</sup> Odilo Duarte. 1999. Ensayo de conservación de semillas de litchi. Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal)

Cuadro 3. Días para iniciar y alcanzar el porcentaje final de germinación en semillas de litchi, luego de diversos tratamientos de deshidratación a 10°C y al medio ambiente, sin protección. El Zamorano, Honduras, 1999.

Tratamientos	Días después de siembra									Germinación Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Sin pérdida de H° (Testigo)	0	0	80	80	100	→	→	→	→	100%
A 10°C hasta perder 10% de H°	0	0	70	100	→	→	→	→	→	100%
A 10°C hasta perder 20% de H°	0	0	50	80	100	→	→	→	→	100%
A 10°C hasta perder 30% de H°	0	0	0	25	45	50	60	60	65	65%
A 10°C hasta perder 40% de H°	0	0	20	30	40	40	40	45	→	45%
Al M.A. 3 días (perdió 27% de H°)	0	0	0	40	50	60	65	80	→	80%

H° = Humedad

M.A.= Medio Ambiente

En el mismo Cuadro 3 se observa que 70% de las semillas con 10% de pérdida de humedad germinaron a los 3 días, llegando al 100% a los 4 días. Tuvieron similar comportamiento las semillas que perdieron 20% de humedad, pero éstas alcanzaron el 100% a los 5 días. Las que perdieron 30% de humedad bajaron considerablemente su porcentaje de germinación, empezando con 25% a los 4 días y llegando apenas al 65% de germinación al octavo día. Las semillas con un 40% de pérdida de humedad empezaron a germinar al tercer día pero sólo 20%, llegando a una germinación final de 45% al octavo día. Las semillas con 50% y 60% de humedad perdida no germinaron. La muerte de la semilla por lo tanto ocurrió entre los 30-40 días de almacenamiento a 10°C. Estas dos últimas también presentaron ataque de hongos, olor avinagrado y pudrición; aunque estos efectos se retrasaron hasta el noveno día de siembra comparado con las semillas almacenadas al medio ambiente.

Duarte (1995) también encontró que a medida que las semillas de jaboticaba perdían humedad su porcentaje de germinación bajaba, el contenido inicial de humedad de la jaboticaba es similar al del litchi alrededor de 52%, cuando el contenido de humedad estuvo entre 52 y 30% obtuvo germinación del 100%; con un 20% de humedad obtuvo 78% de germinación, pero cuando la semilla llegó al 7.5% de humedad ya no germinó. El caso del litchi es más severo pues estas semillas no pueden perder tanta humedad como la jaboticaba, ya que con una baja al 50% éstas murieron, este efecto se vio tanto en semillas que estaban al medio ambiente como en las almacenadas a 10°C. El caso del litchi es muy similar al del cacao descrito por Hor *et al.* (1984), en que cuando estas semillas bajan al 30% de humedad mueren. Algo similar ocurre según Ellis *et al.* (1991) con la semilla de papaya. Este efecto de la baja de humedad es similar en muchas semillas de cultivos tropicales que pierden su poder germinativo cuando baja su humedad por debajo de un punto crítico. Esto coincide con lo indicado por Roberts (1973) quien señala que las semillas de especies subtropicales y tropicales no se pueden enfriar ni deshidratar mucho.

El Cuadro 3 también muestra que a mayor pérdida de humedad no sólo baja el porcentaje de germinación sino que se produce un retraso en días para alcanzar este porcentaje final, lo que significa que estas semillas van perdiendo energía a medida que pierden humedad.

Las semillas que fueron extraídas de frutos secos no germinaron, esto no coincide con Evreinoff (1950) quien menciona que las semillas se podían preservar hasta cuatro semanas en el fruto. Lo que ocurrió en este caso es que las semillas tenían cerca de 8 semanas en el fruto deshidratado. Según Underhill y Simons (1993) el mismo fruto de litchi pierde humedad rápidamente una vez cosechado, la pérdida inicial de humedad se da a través del pericarpio por unas micro aberturas que hacen que la fruta vaya perdiendo agua, con la progresiva deshidratación estas aberturas se hacen continuas y se extienden hasta el arilo, se supone que esta deshidratación también afecta de alguna manera a la humedad de la semilla y por ende su viabilidad.

En las Figuras 1 y 2 se observa que la pérdida diaria de humedad se dio en forma irregular, o sea, hubo altibajos, esto se puede deber a que las semillas están más propensas

a perder humedad cíclicamente y no en forma constante o regular; no se encontró en la literatura ningún caso que mencione este comportamiento, pese a que las curvas de pérdida de contenido de humedad fueron normales.

En las figuras 3 y 4 se puede observar que la curva de pérdida de humedad al medio ambiente y a 10°C, sin protección, fue muy similar, con una pérdida más intensa inicialmente. Lógicamente al medio ambiente el descenso se produjo en menos días que a 10°C, lo que era de esperar por razones netamente físicas.

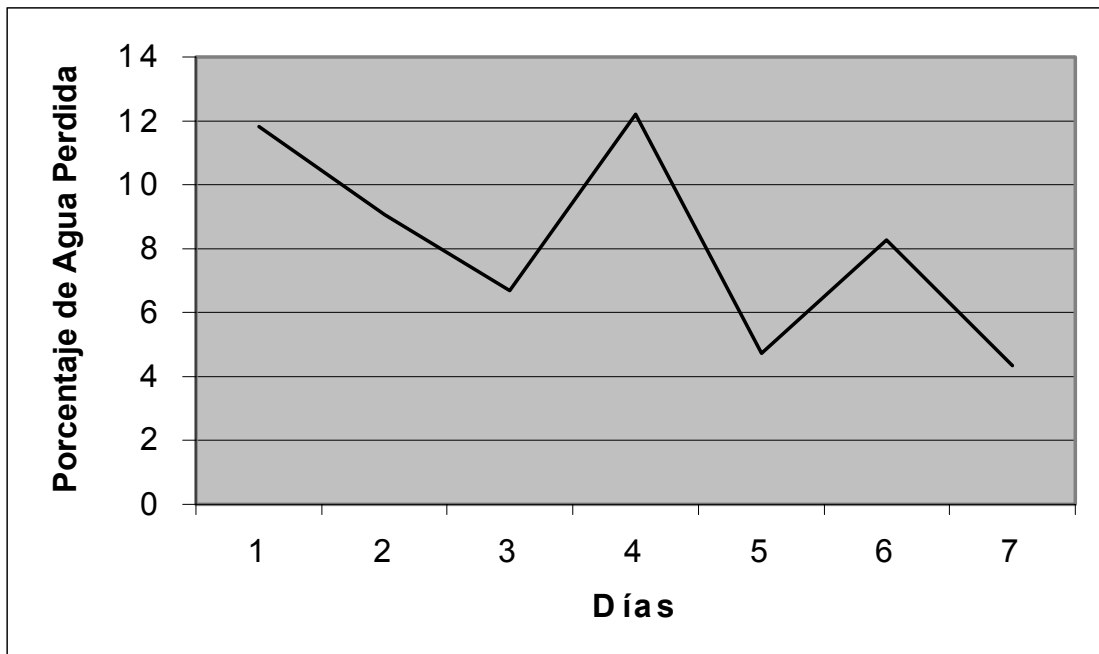


Figura 1. Porcentaje de humedad perdida por día, en relación a la humedad total, de semillas de litchi, al medio ambiente sin protección.  
El Zamorano, Honduras, 1999.

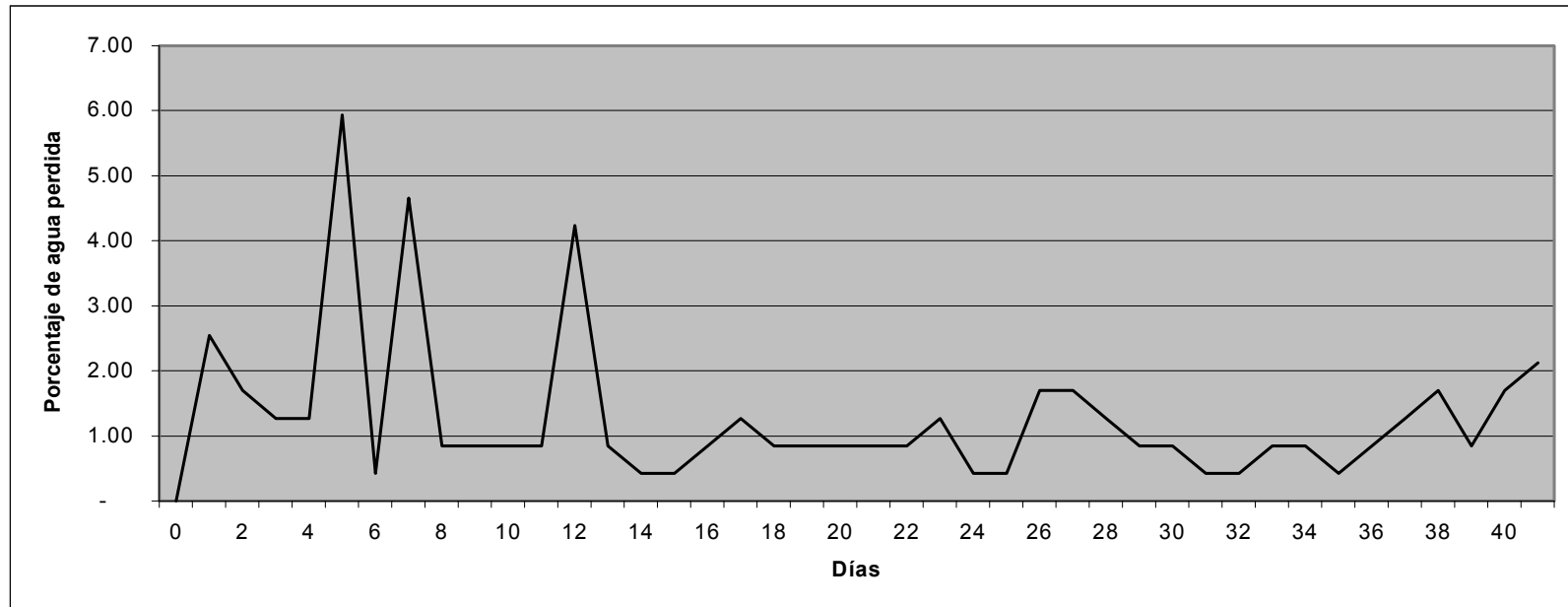


Figura 2. Porcentaje de humedad perdida por día, en relación a la humedad total, de semillas de litchi a 10°C sin protección. El Zamorano, Honduras, 1999.

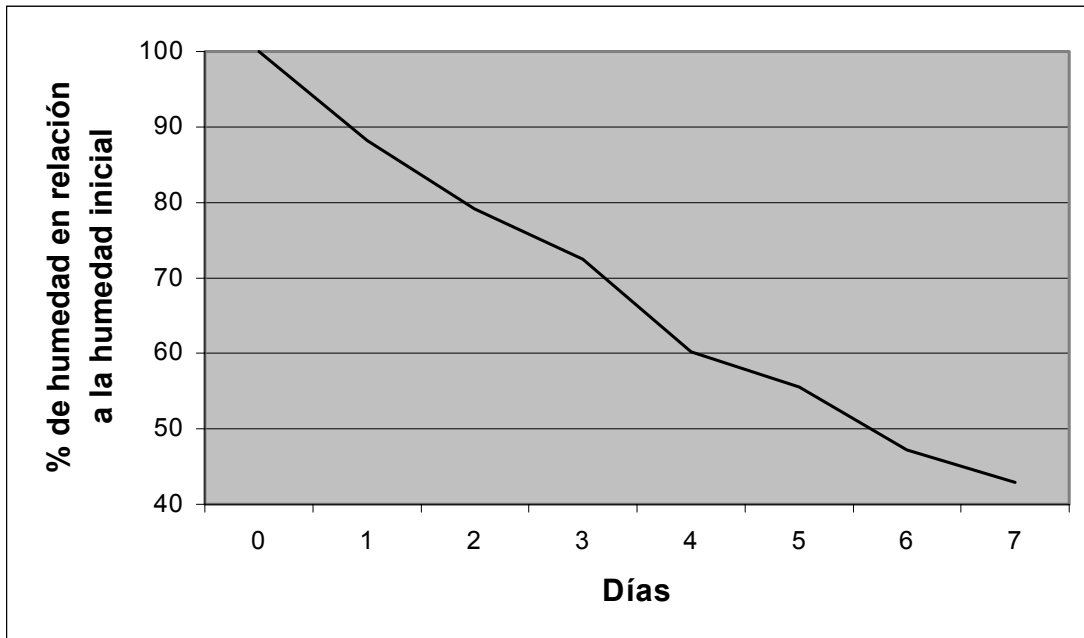


Figura 3. Curva de contenido de humedad en semillas de litchi, al medio ambiente sin protección. El Zamorano, Honduras, 1999.

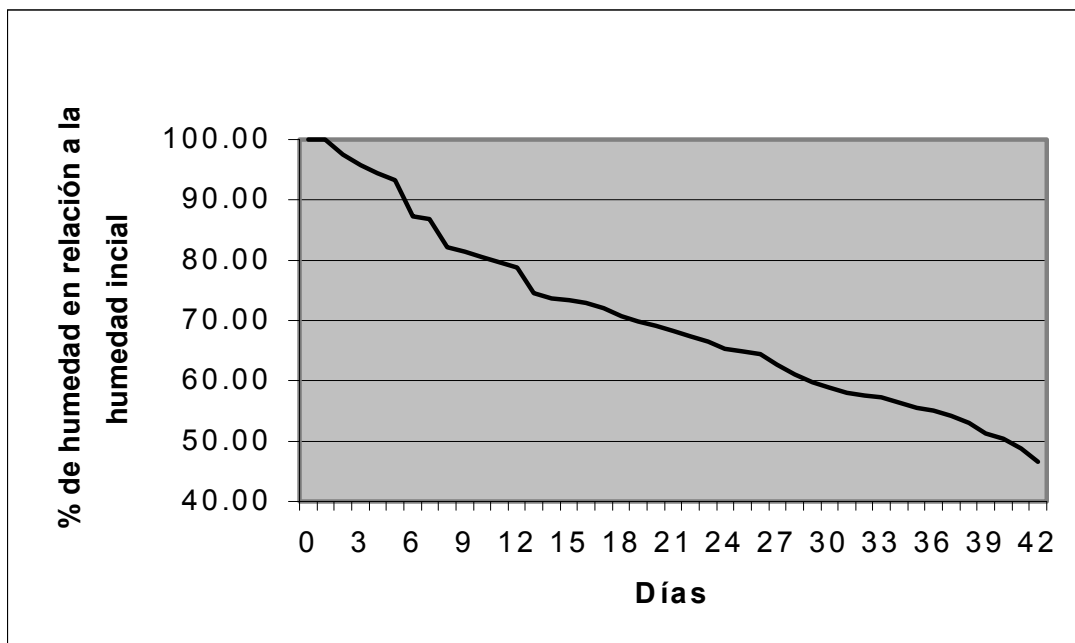


Figura 4. Curva de contenido de humedad en semillas de litchi, a 10°C sin protección. El Zamorano, Honduras, 1999.

## **5. CONCLUSIONES**

El contenido de humedad es el factor determinante en la pérdida de viabilidad en semillas de litchi, ya que con la pérdida del 50% el embrión muere y esto ocurre en muy pocos días al medio ambiente.

Las semillas pueden tolerar el 20% de pérdida de humedad, pasado este porcentaje baja su poder germinativo.

La baja temperatura (10°C) retrasa la pérdida de humedad y la reducción en germinación.

Almacenar las semillas en frutas deshidratadas no es una buena técnica ya que la semilla va perdiendo viabilidad rápidamente pues se deshidrata junto con el fruto.

Mientras la humedad de la semilla baja, su metabolismo se va haciendo más lento y germina más lentamente, llega a su máxima germinación más tarde y es más propensa a la colonización de hongos.

## **6. RECOMENDACIONES**

Almacenar semillas de litchi a 10°C y 100% de H.R., para alargar su vida y tener un buen porcentaje de germinación. El 100% de H.R. se obtendría con el uso de bolsas de plástico, que deben ser delgadas.

Hacer estudios con otras semillas recalcitrantes para determinar si su comportamiento ante la pérdida de humedad es similar a las del litchi.

Determinar si el tratamiento con fungicidas en adición al almacenamiento a 10°C y 100% de H.R. ayuda a prolongar la vida de esta semilla.



## 7. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, S. 1973. Multiplicación de árboles frutales. Editorial Aedos. Barcelona, España. 300p.
- BASS, L. N. 1980. Seed viability during long term storage. Horticultural Reviews. 2:117-141.
- BUBEL, N. 1988. The new seed - starters handbook. Rodale Press, PA. EE.UU. 385p.
- CHIN, H.F.; KRISHNAPILLAY. B.; STANWOOD. P.C. 1989. Seed moisture: Recalcitrat vs. Orthodox Seeds. Crop Science. 14: 15-21.
- DUARTE, O. 1995. Vermehrung, Blüten - und Fruchtentwicklung sowie Lagerung von Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg). Disertación Doctoral, Universidad Técnica de Berlín.
- ELLIS, R.H.; D'KONG, T.; ROBERTS, E.H. 1991. Effects of storage temperature and moisture on the germination of papaya seeds. Seed Sci & Res. 1: 69-72.
- EVREINOFF, V. A. 1950. Le litchi. Fruits. 5 (9): 325-333.
- GALAN SAUCO, V. 1987. El litchi y su cultivo. Estudio FAO de producción y protección vegetal. FAO. Roma. Boletín Técnico. 83: 205p.
- \_\_\_\_\_. 1990. Los frutales tropicales en los subtropicos. Editorial Mundi - Prensa. Madrid, España. 133p.
- HARTMANN, H. T.; KESTER. D. E. 1997. Propagación de plantas; principios y prácticas. Compañía Editora Continental S.A. Quinta reimpresión. México. 866p.
- HIGGINS, J. E. 1917. The litchi in Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin 14.
- HOR, Y. L.; CHIN. H. F.; KARIM. M. Z. 1984. The efect of seed moisture and storage temperature on the storability of cocoa (*Theobroma cacao*). Seed Sci & Technol. 12: 415-420.
- MOORE, J.; JANICK, J. 1988. Métodos genotécnicos en frutales. Editorial Calypso. México. 606p.

PRASAT, J.; KUMAR, R.; MISHRA, M; KUMAR, R.; SINGH, A.; PRASAT, U. 1996. Characteristic of litchi seed germination. HortScience. 31 (7) 1187-1189.

ROBERTS, E. H. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Sci & Technol. 1:499-514.

SCHWENTESIUS, R.; GOMEZ. M. 1997. El litchi la fruta más fina del mundo, mercado mundial y perspectivas para México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 121p.

SUCHINI, G. 1994. Estudios en la propagación sexual y asexual de litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 41p.

U.S.D.A. 1986. Semillas. Compañía Editora Continental. S.A. Décimo segunda impresión México. 1007p.

UNDERHILL, S.; SIMONS, D. 1993. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp desiccation and the importance of postharvest micro-cracking. Scientia Horticulturae. 54: 287-294.

## **8. ANEXOS**

Anexo 1. Análisis de varianza para la germinación de semillas de litchi durante 0, 3, 5 y 7 días al medio ambiente sin protección.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F Calculada
Tratamientos	3	18710.010	6236.670	999.990 **
Error	8	0.000	0.000	
Total	11	18710.010		

Coefficiente de Variación: 0.00%

Anexo 2. Análisis de varianza para la germinación de semillas de litchi a 10°C hasta perder 10, 20, 30, 40, 50 y 60% de humedad sin protección.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F Calculada
Tratamientos	6	29479.326	4913.221	351.785 **
Error	14	195.547	13.968	
Total	20	29674.872		

Coefficiente de Variación: 7.11%