

**Efecto de la deshidratación sobre la germinación
de semillas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) y
jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)**

José Ricardo Sosa Méndez

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Diciembre, 2004

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Efecto de la deshidratación sobre la germinación de
semillas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) y jaca
(*Artocarpus heterophyllus* Lam.)

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

Presentado por

José Ricardo Sosa Méndez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

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

José Ricardo Sosa Méndez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

**Efecto de la deshidratación sobre la germinación
de semillas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) y
jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)**

Presentado por

José Ricardo Sosa Méndez

Aprobada:

Odilo Duarte, Dr. Sci. Agr., M.B.A.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

José L. Linares, Ing Agr.
Asesor

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico Interino

Abelino Pitty, Ph. D.
Coordinador de Área Temática
de Ciencia y Producción Agropecuaria

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mi familia.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por darme esta oportunidad, apoyarme en todo y siempre estar a mi lado en todo momento.

Especial agradecimiento al Dr. Odilo Duarte por ser mi guía y tutor en la elaboración de este proyecto.

Al Ing. José Linares por su ayuda incondicional y su amistad.

A Jorge Iván Restrepo, Rogelio Trabanino y María Mercedes Roca, que me dieron su amistad y apoyo.

A Javier Botto, Juan Steer y María Elena Pérez, mis amigos que siempre estuvieron en todo momento a mi lado.

RESUMEN

Sosa Méndez, Ricardo. 2004. Efecto de la deshidratación sobre la germinación de semillas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) y jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. Honduras. 19 p

El caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) de la familia Sapotácea y la jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) de la familia Morácea son árboles frutales de los trópicos húmedos. Ambos se reproducen por semillas con ciertas características que hacen difícil su conservación ya que pierden su viabilidad en corto tiempo; son semillas recalcitrantes que tienen alto contenido de humedad y no pueden ser deshidratadas por debajo de su punto crítico de humedad para almacenarlas. La inconveniencia con estas semillas es que existen pocos métodos para mantenerlas viables y poderlas almacenar. Estos métodos, en la mayoría de los casos no funcionan con todas las especies que producen semillas recalcitrantes. El objetivo del estudio fue encontrar el efecto de la deshidratación y la temperatura sobre la viabilidad de las semillas y sobre los días hasta la germinación en ambas especies. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro repeticiones de 10 semillas por cada tratamiento. En la jaca se experimentó a 0, 5, 10, 15, 20 y 25% de humedad perdida y en el caimito se experimentó a 0, 20, 40, 50, 60 y 70%. Ambas se deshidrataron en medio ambiente y en un cuarto frío (4°C). Las semillas fueron sembradas entre capas de papel toalla humedecida y protegidas con un plástico a ambos lados. Las variables medidas fueron los porcentajes de germinación y los días a germinación. Ambas semillas fueron afectadas por bajas temperaturas ya que a 4°C perdieron su viabilidad antes de una semana. El punto crítico donde la semilla de jaca pierde su viabilidad está entre 20-25% de pérdida de la humedad inicial. En el caimito este punto estuvo entre 60-70% de pérdida de humedad. En condiciones de medio ambiente las semillas de jaca pierden su viabilidad en diez días y las semillas de caimito en seis. Los días hasta la germinación de ambas especies fueron aumentando a medida que la pérdida de humedad fue mayor. Estos efectos se pueden atribuir a que estas semillas son producidas en los trópicos húmedos y en su hábitat se encuentran con humedad relativa alta y temperaturas arriba de 24°C, germinando generalmente pronto. Hay que buscar otras alternativas para lograr almacenar este tipo de semilla y preferiblemente experimentar con métodos asexuales de reproducción.

Palabras clave: Semilla recalcitrante, propagación.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Contenido	vii
Índice de graficas.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	2
MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
CONCLUSIONES.....	10
RECOMENDACIONES.....	11
BIBLIOGRAFÍA.....	12

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Cuadro

1. Gráfico 1. Porcentaje de germinación de semillas de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) con diferentes contenidos de humedad, luego de ser deshidratadas en condiciones de medio ambiente. Columna marcada con letra diferente tiene diferencia estadística significativa ($P<0.05$). Zamorano, Honduras, 2004..... 6
2. Gráfico 2. Días a inicio de germinación con diferentes porcentajes de deshidratación en semillas de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). Columna marcada con letra diferente tiene diferencia estadística significativa ($P<0.05$). Zamorano, Honduras, 2004..... 7
3. Gráfico 3. Porcentaje de germinación de semillas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) con diferentes contenidos de humedad, luego de ser deshidratadas en condiciones de medio ambiente. Columna marcada con letra diferente tiene diferencia estadística significativa ($P<0.05$). Zamorano, Honduras, 2004..... 8
4. Gráfico 4. Días a inicio de germinación con diferentes porcentajes de deshidratación en semillas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.). Columna marcada con letra diferente tiene diferencia estadística significativa ($P<0.05$). Zamorano, Honduras, 2004..... 9
5. Gráfico 5. Pérdida de humedad de semilla de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) y caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) al medio ambiente. Zamorano, Honduras, 2004..... 9

INTRODUCCIÓN

En los trópicos hay un sinnúmero de frutas que no son muy conocidas en los mercados, si bien muchas de éstas tienen potencial para ser explotadas comercialmente. El caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) es un árbol frutal tropical de la familia de las Sapotáceas, cuyo fruto jugoso es comercializado en mercados populares en ciertas épocas del año. Es similar a una ciruela, con la cáscara lisa de color morado fuerte o verde cuando está maduro. En su interior tiene una pulpa dulce y con una textura gelatinosa muy apetecida. Es un árbol nativo de América Central y las Antillas, desde donde ha sido difundido por todos los trópicos y cultivado artesanalmente por muchos años. La madera es de buena calidad y muchas veces también es cultivado por la belleza de su follaje, de coloración dorada en el envés, como árbol ornamental. En algunos países se ha encontrado que tiene ciertas características medicinales, por ejemplo en Venezuela la semilla del caimito se usa como diurético y febrífugo; en Cuba el extracto de la cocción de las hojas se usa como remedio para el cáncer y el extracto de la cocción de la corteza se usa para aliviar la tos (Tropilab Inc. 2004)

La jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) es un árbol frutal tropical, de la familia de las Moráceas, originario de la India y está distribuido por varios países del continente asiático. Su fruto maduro es muy cotizado en algunas regiones y tiene demanda en mercados locales. Su color es verde amarillento por fuera y amarillo claro por dentro. La pulpa alrededor de la semilla, nombrada placenta, es dulce y se come fresca como postre, a veces se procesa como jalea, mermelada o conserva y la semilla se puede comer hervida o asada. El fruto puede pesar hasta 30 kg y un árbol puede producir hasta 200 frutos al año (Samson 1991). Su madera es de buena calidad y duradera y su sombra es a veces utilizada en plantaciones de café. Constituye uno de los muchos frutos que los pequeños agricultores o habitantes de las villas de Asia América, o África tropical, pueden cultivar con poco o ningún cuidado, proporcionándoles de esta manera una dieta más variada lo mismo que un medio de ingreso adicional (Ochse *et al.* 1999)

Una de las razones por la cual ambas especies no han sido difundidas por todo el trópico es que no se ha desarrollado un método eficiente de propagación y por que su semilla recalcitrante pierde viabilidad en un corto periodo. Por lo tanto, no es posible el almacenamiento de ésta por periodos largos sin facilidades especiales. La semilla de ambas especies tiene un alto contenido de humedad que se va perdiendo desde el momento de la extracción su fruto maduro. En el proyecto se trató de determinar cuál es efecto de la deshidratación y la temperatura sobre la viabilidad de las semillas de ambas especies. Además, se estudió el efecto de la deshidratación sobre los días hasta la germinación.

REVISIÓN DE LITERATURA

Semillas Recalcitrantes

Se conoce como semilla recalcitrante aquella que tiene altos contenidos de humedad y no puede ser deshidratada para almacenarla por debajo de un contenido crítico de humedad (Berjak *et al.* 1989). La inconveniencia con estas semillas es que es muy difícil el manejo ya que existen pocos métodos para mantenerlas viables y poderlas almacenar. Estos métodos en la mayoría de los casos no funcionan con todas las especies de semillas recalcitrantes. Otro factor que deteriora este tipo de semilla es la baja temperatura. Según King y Roberts (1979) la lesión por bajas temperaturas no es normalmente un problema ya que temperaturas por debajo de los 10°C no ocurren con frecuencia en su hábitat natural. Se puede atribuir esto a que las semillas de este tipo son producidas por árboles de climas tropicales donde el ambiente es bien húmedo y las temperaturas son cálidas y no bajan drásticamente. El origen de estas especies recalcitrantes ha vuelto impráctico que las semillas se conserven por largos periodos de tiempo y, a su vez, o no han sido expuestas a prácticas agrícolas intensivas; como resultado no han sido sometidas a ninguna presión de selección favoreciendo genotipos que sean resistentes a la deshidratación.

El proceso de germinación de las semillas recalcitrantes comienza alrededor o en el momento que llegan a su madurez, por lo tanto la pérdida de humedad después de ser cosechadas es crítico para la viabilidad de la semilla. Por ello una semilla recalcitrante se debe visualizar como una semilla que esta en proceso de germinación, no como una semilla en estado latente (Berjak *et al.* 1989).

Las semillas recalcitrantes tienden a perder su viabilidad cuando son sometidas a bajas temperaturas. Existe literatura que reporta que hay muchas semillas de especies tropicales que mueren al ser expuestas a temperaturas bajas. Por ejemplo semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) mueren a temperaturas por debajo de 10°C (Swabrick, citado por King y Roberts 1979) y semillas de mango (*Mangifera indica* L.) pierden su viabilidad si son enfriadas a temperaturas entre 3 y 6°C (Chaco y Singh 1971, citados por King y Roberts 1979).

Germinación

La germinación de una semilla es el propósito final de una planta adulta, que es perpetuarse en el mundo. Para que esto ocurra la semilla debe encontrarse en presencia de los siguientes factores: temperatura adecuada, humedad, medio ambiente gaseoso (oxígeno para la respiración) y, en algunos casos, luz (Piñuela 2001). El proceso de germinación está definido como la hidratación de la semilla y el comienzo del alargamiento de la radícula. Varios autores han mostrado que el proceso entero de la

germinación se divide en la imbibición, la germinación y el crecimiento. La imbibición es el proceso de rápida absorción de agua que luego induce a un incremento en la respiración. La germinación es el proceso de activación del embrión de la semilla, donde no existe ningún cambio morfológico aparente. El crecimiento está marcado por el comienzo del crecimiento de la radícula y un cambio fisiológico y morfológico evidente (Come y Corbineau 1989).

Conservación de Semillas

La conservación de semillas de especies provenientes de los trópicos húmedos es usualmente difícil por la susceptibilidad que tienen a la deshidratación y a las temperaturas bajas, condiciones que son tradicionalmente requeridas para la conservación de semillas a largo plazo. Una de las prácticas que ha servido para preservar los genotipos existentes del mundo es conservando sus semillas; para la mayoría de las especies, la viabilidad se puede conservar fácilmente por periodos muy largos almacenándolas en recipientes sellados a temperaturas bajas (-18°C o menos) y una humedad de 5 – 7%. Con estas condiciones se espera que las semillas duren décadas sin perder su viabilidad. El grupo de semillas que pueden mantener su viabilidad con estas condiciones son aquellas que se llaman ortodoxas. Existe otro grupo de semillas que se mueren fácilmente si se les baja el contenido de humedad por debajo de su punto crítico, que muchas veces es muy alto; estas semillas son llamadas recalcitrantes, descritas anteriormente, e incluyen a la jaca y el caimito.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se efectuó en el valle del río Yeguaré, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 30 km de la ciudad de Tegucigalpa; a 14° Latitud Norte y 87.02° Longitud Oeste; una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24.2°C y una precipitación media anual de 1100 mm.

Determinación de la humedad de la semilla

Para la determinación de la cantidad de agua que contienen las semillas de caimito y jaca se recolectaron frutos maduros y se procedió a la extracción de las semillas. El mismo día se pesaron 50 semillas para obtener el peso fresco y luego se colocaron en un horno a 70°C por 48 horas para obtener su peso seco y así se determinó el contenido de la humedad inicial de la semilla. Luego se dejaron deshidratar en dos ambientes diferentes (medio ambiente y cuarto frío a 4°C) en lotes de 10 semillas con cuatro repeticiones por tratamiento. Cuando las semillas perdieron la humedad deseada, se colocaron a germinar.

Prueba de germinación

Las semillas se colocaron en medio de cuatro láminas de papel toalla y dos de polietileno (parte exterior). Luego de haber colocado las semillas en cuatro filas ordenadas de diez semillas cada fila, se procedió a humedecer el papel toalla con un atomizador. Se aplicó el agua necesaria para la germinación, tratando de no saturar el papel y luego la bolsa se enrolló para reducir la pérdida de humedad. Se observó diariamente si las semillas germinaron y se humedeció cuando fue necesario el papel toalla para mantener un ambiente húmedo y favorecer la germinación de las semillas.

Tratamientos

A. Jaca

Deshidratación en Medio Ambiente

T1 Semillas Frescas
T2 Semillas 5% Pérdida de humedad
T3 Semillas 10% Pérdida de humedad
T4 Semillas 15% Pérdida de humedad
T5 Semillas 20% Pérdida de humedad
T6 Semillas 25% Pérdida de humedad

Deshidratación en Cuarto Frío a 4°C

T1 Semillas Frescas
T2 Semillas 5% Pérdida de humedad
T3 Semillas 10% Pérdida de humedad
T4 Semillas 15% Pérdida de humedad
T5 Semillas 20% Pérdida de humedad
T6 Semillas 25% Pérdida de humedad

B. Caimito

Deshidratación en Medio Ambiente

T1 Semillas Frescas
T2 Semillas 20% Pérdida de humedad
T3 Semillas 40% Pérdida de humedad
T4 Semillas 50% Pérdida de humedad
T5 Semillas 60% Pérdida de humedad
T6 Semillas 70% Pérdida de humedad

Deshidratación en Cuarto Frío a 4°C

T1 Semillas Frescas
T2 Semillas 20% Pérdida de humedad
T3 Semillas 40% Pérdida de humedad
T4 Semillas 50% Pérdida de humedad
T5 Semillas 60% Pérdida de humedad
T6 Semillas 70% Pérdida de humedad

Estadística

Se usó, en todos los casos, un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro repeticiones de 10 semillas por cada tratamiento. Las variables medidas fueron los porcentajes de germinación y los días a germinación. El análisis estadístico se hizo utilizando el programa SAS[®] con el cual se hizo un análisis de varianza y pruebas múltiples de media DUNCAN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Jaca

Se determinó que las semillas de jaca tenían un contenido de humedad inicial de 45.7% y que eran extremadamente sensibles a bajas temperaturas, ya que las deshidratadas en el cuarto frío (4°C) no germinaron en ninguno de los tratamientos. En el grupo de semillas deshidratadas en medio ambiente se encontró que el punto crítico donde la semilla perdía su viabilidad era después de perder 25% de su humedad, e incluso antes de eso ya mostró diferencia estadística en germinación con respecto al tratamiento sin deshidratación. Para que perdieran 25% de humedad las semillas estuvieron en medio ambiente por diez días; esto quiere decir que las semillas solamente permanecen viables por un máximo de diez días si no se les da ningún tratamiento. En el Gráfico 1 se puede ver como la viabilidad de las semillas se fue perdiendo a medida que las semillas fueron sometidas a mayor deshidratación.

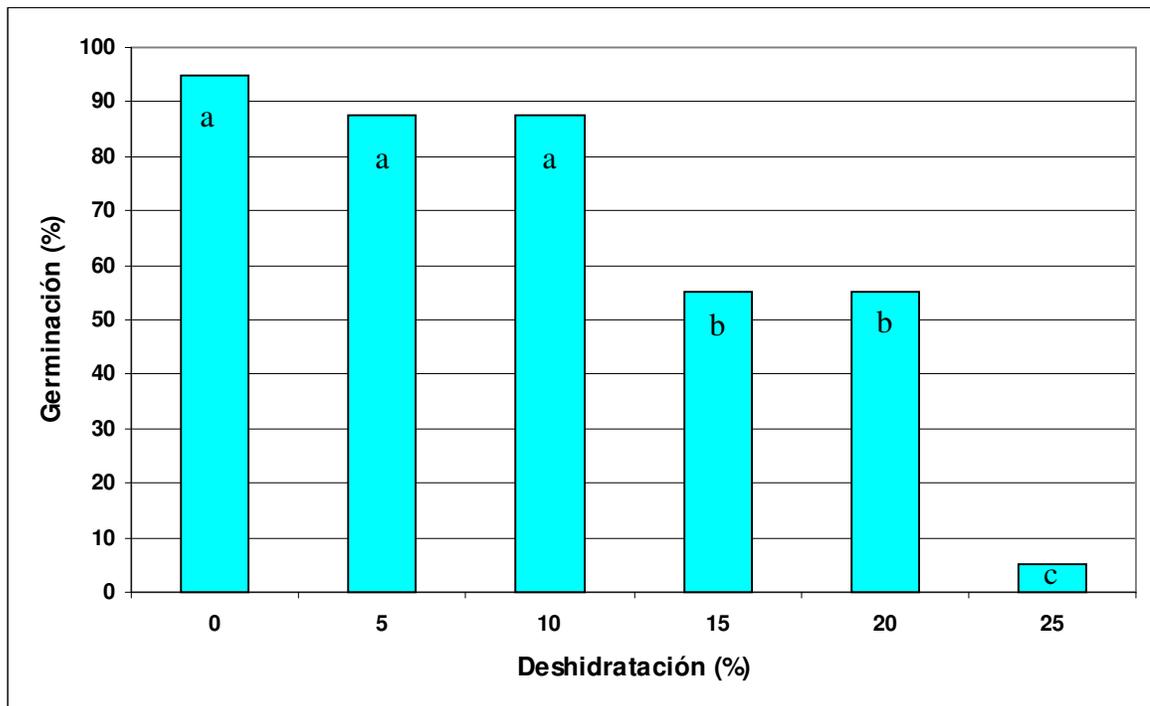


Gráfico 1. Porcentaje de germinación de semillas de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) con diferentes contenidos de humedad, luego de ser deshidratadas en condiciones de medio ambiente. Columna marcada con letra diferente tiene diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). Zamorano, Honduras, 2004.

A medida que las semillas fueron sometidas a mayor deshidratación los días a germinación fueron aumentando. En el Gráfico 2 se puede ver cómo la deshidratación afectó el tiempo para germinar, pues muestra la tendencia de la semilla a iniciar su germinación más tarde a medida que el porcentaje de deshidratación aumentó. Los resultados obtenidos fueron estadísticamente diferentes con respecto al de las semillas que no fueron deshidratadas.

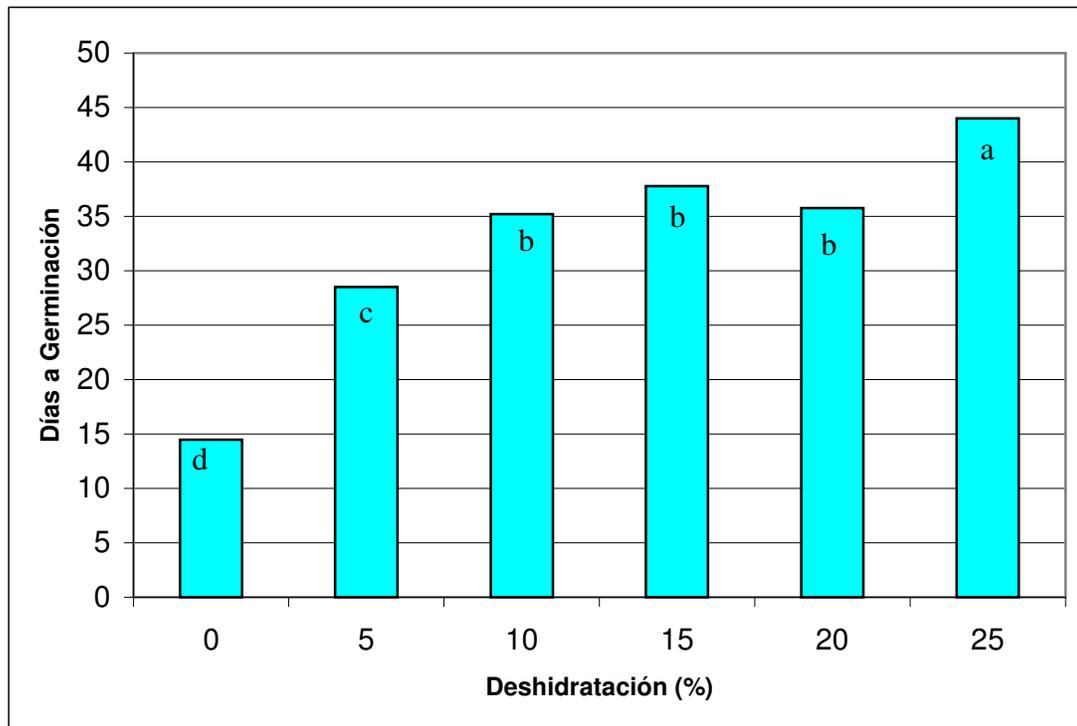


Gráfico 2. Días a inicio de germinación con diferentes porcentajes de deshidratación en semillas de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). Columna marcada con letra diferente tiene diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). Zamorano, Honduras, 2004.

B. Caimito

En las semillas de caimito se determinó que el contenido de humedad inicial fue 45.2%. Las semillas que fueron sometidas a deshidratación en el cuarto frío (4°C) también fueron afectadas por la temperatura ya que ninguna germinó. Al contrario de las semillas de jaca, las semillas de caimito deshidratadas en medio ambiente mantuvieron su viabilidad cuando alcanzaron un bajo porcentaje de humedad. El punto crítico donde la semilla perdió su viabilidad estuvo entre 60 y 70% de deshidratación, mostrando diferencia significativa con el tratamiento que no tuvo pérdida de humedad. Para que la semilla de caimito perdiera 60% de humedad, sólo necesitó estar al medio ambiente sin ninguna protección por seis días. Esto significa que la semilla de caimito se mantiene viva solamente por seis días a medio ambiente. Los tratamientos que tuvieron 40, 50, 60 y 70% tuvieron germinaciones que no presentaron diferencia estadística entre sí, pero fueron inferiores a los porcentajes de germinación de los tratamientos con 0 y 20% de humedad perdida, que germinaron dos o tres días antes.

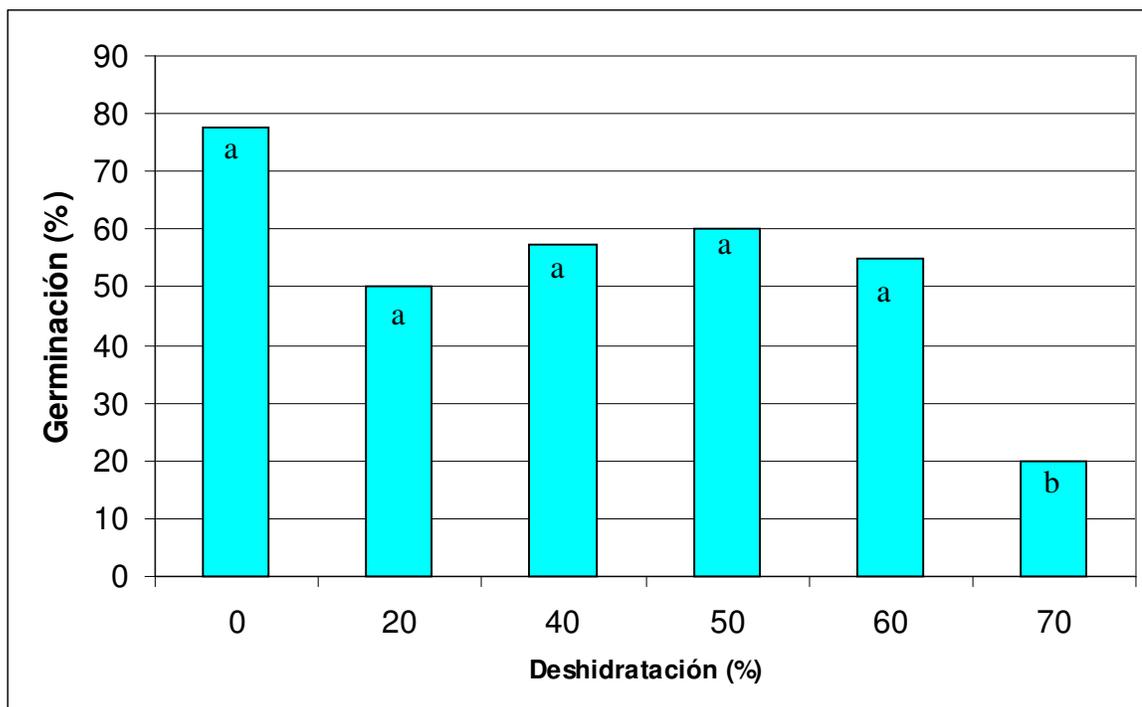
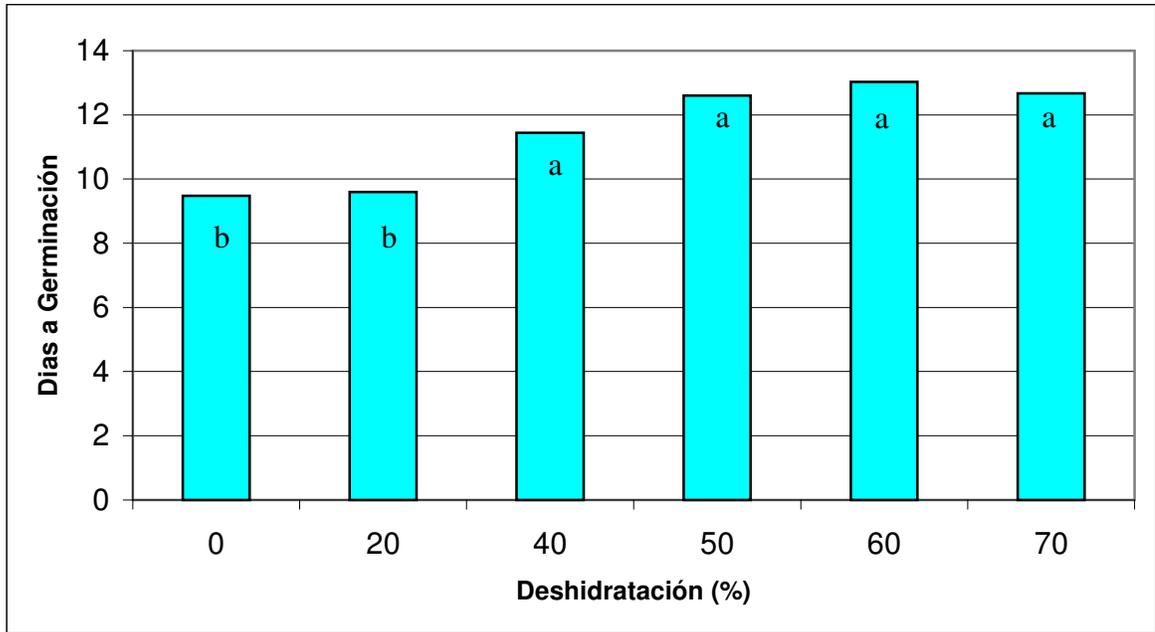


Gráfico 3. Porcentaje de germinación de semillas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) con diferentes contenidos de humedad, luego de ser deshidratadas en condiciones de medio ambiente. Columna marcada con letra diferente tiene diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). Zamorano, Honduras, 2004.



& Columna marcada con letra diferente tiene diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

Gráfico 4. Días a inicio de germinación con diferentes porcentajes de deshidratación en semillas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.). Columna marcada con letra diferente tiene diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). Zamorano, Honduras, 2004.

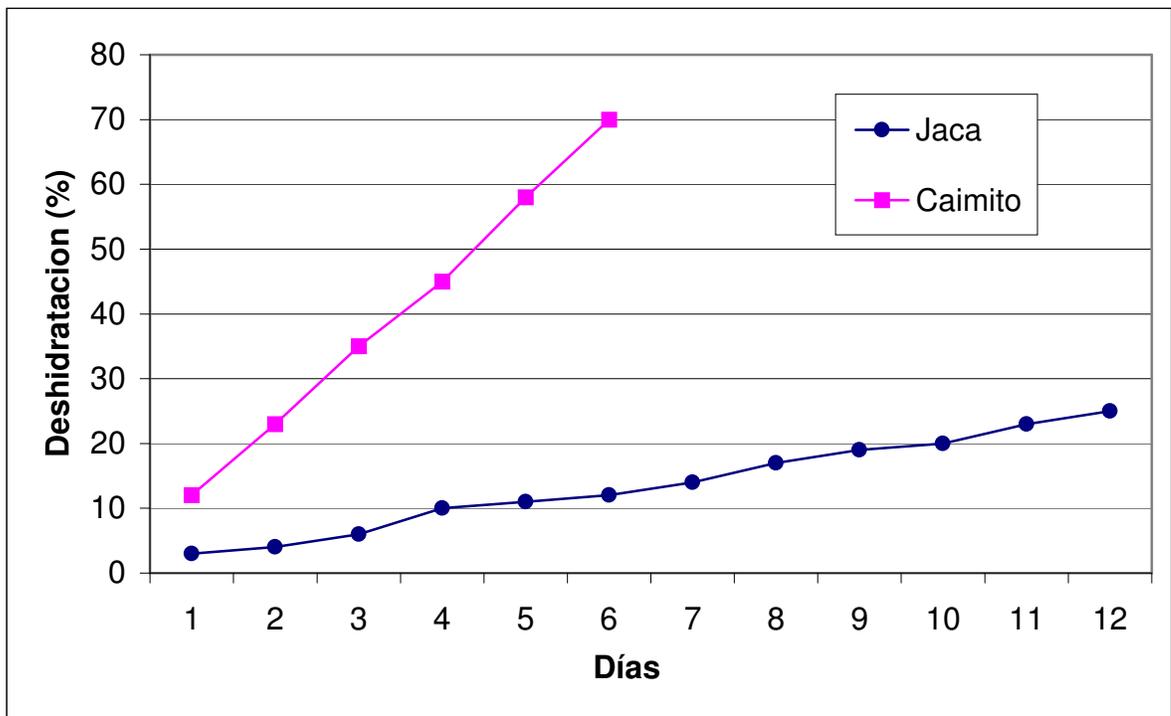


Gráfico 5. Pérdida de humedad de semilla de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) y caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) al medio ambiente. Zamorano, Honduras, 2004.

CONCLUSIONES

Así como la mayoría de semillas recalcitrantes de frutales de los trópicos húmedos, las semillas de caimito y jaca son sensibles a daños por frío cuando se almacenan por debajo de 4°C.

La deshidratación de las semillas de caimito y jaca es el factor que causa su muerte pocos días después de su cosecha.

La deshidratación causa un atraso en la germinación de las semillas de caimito y jaca. La semilla de caimito aguanta un porcentaje mayor de deshidratación pero se deshidrata en un tiempo más corto que la semilla de jaca.

RECOMENDACIONES

Buscar otras alternativas para la conservación de semillas de caimito y jaca.

Preferiblemente estudiar otros métodos asexuales de propagación (estacas, injertos, acodos aéreos).

BIBLIOGRAFÍA

- Berjak, P., Farrant, J., Pammenter, N. 1989. The Basis of Recalcitrant Seed Behavior. En: Recent Advances in the Development and Germination of Seeds. Plenum Publishing Corporation. 89-108 p.
- Come, D., Corbineau, F. 1989. Some aspects of metabolic regulation of seed germination and dormancy. En: Recent Advances in the Development and Germination of Seeds. Plenum Publishing Corporation. 165-179 p.
- King, M.W., Roberts, E.H. 1979. The Storage of Recalcitrant Seeds – Achievements and Possible Approaches. International Board for Plant Genetic Resources. Rome. 96 p.
- Ochse, J.J. Soule, Jr. Dijkman, M.J. Wehlburg, C. 1991. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Volumen 1. Primera Edición. México DF. Editorial Limusa. 828 p.
- Piñuela, Juan. 2001. Efecto de la pérdida de humedad en la germinación de semillas de alupay (*Euphoria didyma* Blanco). Tesis. Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana - El Zamorano, Honduras. 25p.
- Samson, J.A. 1991. Fruticultura Tropical. Primera Edición. México DF. Editorial Limusa. 396 p.
- Tropilab Inc 2004. Star Apple. Consultado: 24 Septiembre 2004. Disponible en: <http://www.tropilab.com/chrysop-cai.html>