

**Ensayos para mejorar la  
germinación del nance  
*Byrsonima* spp.**

**Jack Camino**

**ZAMORANO**  
Departamento de Horticultura

Abril, 1998

**Ensayos para mejorar la  
germinación del nance  
*Byrsonima* spp.**

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

presentado por

**Jack Camino**

**Zamorano-Honduras**

Abril, 1998

El autor concede a 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.

---

Jack Camino

Zamorano-Honduras  
Abril, 1998

**Ensayos para mejorar la  
germinación del nance  
*Byrsonima* spp.**

presentado por

Jack Camino

Aprobada:

---

Odilo Duarte, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Alfredo Montes, Ph. D.  
Jefe de Departamento

---

Marcos Rojas, M. Sc.  
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 la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por su apoyo total, constante e incondicional.

A los asesores de mi tesis.

A los profesores del Departamento de Horticultura.

A todo el personal del Departamento de Horticultura.

A mis amigos colegas zamoranos.

A mis amigos futuros colegas zamoranos.

A los garantes en mis créditos de estudio.

A mi padrino.

A la Fundación Privada Wilson Popenoe.

A Zamorano.

## RESUMEN

Camino, Jack. 1998. Ensayos para mejorar la germinación del nance *Byrsonima* spp.. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 15p.

Con el fin de mejorar la germinación del nance, se probaron tratamientos de secado de la semilla al sol y a la sombra por un período de 1, 2, 4, 8 y 12 semanas, (incluyendo 8 semanas de secado más 2 años en bolsas a 20 – 24 °C), seguidos de remojos en agua o ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) a 2,000 y 4,000 ppm. También se probó refrigeración a 5 °C, paso de fuego, remojo en agua caliente y horneado a 60 °C. El mejor tratamiento incluyó 2 meses de secado a la sombra más 2 años de almacenamiento a 20 – 24 °C y remojo por 24 h en 4,000 ppm GA<sub>3</sub> con 58.3 % de germinación. El segundo mejor tratamiento fue el de 14 días de secado al sol con remojo en 2,000 ppm GA<sub>3</sub> y sin almacenaje prolongado, que alcanzó una germinación de 41.2 %. El remojo en agua fue positivo para lixiviar los inhibidores de la germinación pero mejor fue el remojo en agua corrida, pero estos tratamientos estuvieron muy lejos de igualar a los remojos en GA<sub>3</sub>, pues no sobrepasaron el 8.1 % de germinación en el caso del agua corriente y el 6.5 % con agua estancada. Las temperaturas elevadas tuvieron efectos negativos. Lo más adecuado parece ser un secado al sol por 1 a 2 semanas seguido de un remojo en 2,000 a 4,000 ppm de GA<sub>3</sub> por 24 horas.

**Palabras claves:** ácido abscísico, ácido giberélico, letargo.

## **SE LOGRÓ ACELERAR Y AUMENTAR LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE NANCE HASTA 58 %**

Debido a que el nance es uno de los frutales más populares en los países de América Central y en la naturaleza su porcentaje y uniformidad de germinación son bajos, en El Zamorano se hizo un estudio para averiguar cual era el mejor tratamiento al que se debía someter las semillas para aumentar su porcentaje de germinación.

En la investigación se encontró que la germinación del nance mejora si la semilla es secada al sol por 2 a 8 semanas y remojada en concentraciones de 2,000 a 4,000 partes por millón (ppm) de un promotor de la germinación conocido como ácido giberélico (GA<sub>3</sub>).

Para alcanzar 41 % de germinación, la semilla de nance fue secada por 2 semanas al sol y después remojada por 24 h en 2,000 ppm GA<sub>3</sub>. Esta germinación se consiguió a las 14 semanas de la siembra, en condiciones de laboratorio. Cabe decir que el porcentaje de germinación de las semillas en el campo normalmente es algo menor que en condiciones de laboratorio. Unas semillas secadas a la sombra por 2 meses y luego almacenadas en bolsa de plástico por 2 años a 20 – 24 °C y después remojadas por 24 h en 4,000 ppm GA<sub>3</sub> tuvieron una germinación de 58 %.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Resumen.....	vi
	Nota de prensa.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de Cuadros.....	ix
1	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	1
2	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	2
2.1	El nance, características botánicas.....	2
2.2	El proceso de germinación.....	2
2.3	Problemas de germinación.....	3
2.4	Germinación del nance.....	5
3	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	6
4	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	9
5	<b>CONCLUSIONES.....</b>	13
6	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	14
7	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	15

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Tratamientos pregerminativos a la semilla del nance, El Zamorano, 1997.....	7
2.	Análisis de varianza de germinación por período.....	9
3.	Germinación de semillas de nance luego de diversos tratamientos pregerminativos. El Zamorano, 1997.....	10

## 1. INTRODUCCIÓN

El nance (*Byrsonima* spp.) es un frutal perteneciente a la familia Malpighiaceae común en los bosques secundarios y frecuente en las tierras degradadas por la agricultura de las Indias Occidentales, América Central, Colombia, Guyanas, Perú, Bolivia y Brasil.

Sus frutos están entre los más populares en los países centroamericanos, donde son recolectados de árboles silvestres o de árboles cultivados en huertos familiares, no existiendo plantaciones comerciales. No es un frutal propagado en los viveros y no existe una buena selección de agrotipos a pesar que podría haber una demanda para hacer plantaciones comerciales.

El nance normalmente es propagado por semillas pero no se conoce la forma de lograr la mejor germinación, que por la experiencia que se tiene es algo complicada en esta especie. Por experiencias anteriores se sabe que la semilla de nance necesita que se descomponga la pulpa y luego un período de secado. También se ha observado anteriormente que el secado al sol, contrariamente a lo que ocurre en otras semillas, tiene un efecto positivo. Finalmente, se ha encontrado que remojos en GA<sub>3</sub> son prácticamente indispensables para una rápida y eficiente germinación, por lo que el objetivo de este trabajo fue encontrar el mejor tratamiento pregerminativo para alcanzar el más alto porcentaje de germinación en el menor tiempo posible.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 EL NANCE, CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS**

El nance (*Byrsonima* spp.) es un frutal perteneciente a la familia Malpighiaceae. Sus características botánicas son: inflorescencia en racimo terminal, algunas veces basalmente compuesto, usualmente muy floreado; pedicelos generalmente bibracteolados en la base; cáliz persistente algunas veces marcadamente acrescente, lóbulos algunas veces biglandulares. El fruto es una drupa y está pegado a un receptáculo plano o cóncavo, ovoide o globoso, tiene pulpa delgada y a la madurez es de color amarillo, ladrillo o rojo. La semilla es un hueso trilocular con divisiones longitudinales con 3 semillas o menos por aborto. En la mayoría de especies las plantas son arbustos, lianas o árboles pequeños y algunas veces grandes. Las semillas aunque no digeridas, son dispersadas por los pájaros (Roosmalen, 1985).

### **2.2 EL PROCESO DE GERMINACIÓN**

La propagación por semillas es uno de los métodos principales de reproducción de las plantas en la naturaleza y uno de los más eficientes y que más se usan en la propagación de plantas cultivadas (Hartmann y Kester, 1997).

Fisiológicamente, la germinación comienza con las etapas iniciales de reactivación bioquímica y termina con la emergencia de la radícula (Hartmann y Kester, 1997). El proceso de germinación consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento (Bidwell, 1990). La iniciación de la germinación requiere que se llenen tres condiciones: la semilla debe ser viable, no debe estar en letargo, el embrión no debe estar quiescente, y debe ser expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz (Hartmann y Kester, 1997). La germinación empieza por la adición o absorción de agua, pero pueden ser necesarios otros factores tales como un pretratamiento de frío para llevar a la semilla al estado fisiológico apropiado para reaccionar al estímulo de la absorción de agua (Bidwell, 1990). Como todo proceso biológico, la germinación sigue una curva sigmoide en la que hay una demora inicial al comienzo de la germinación, luego un incremento rápido en el número de semillas que germinan, seguido por una disminución en la tasa de aparición (Hartmann y Kester, 1997).

## 2.3 PROBLEMAS DE GERMINACIÓN

La mayoría de las semillas deben secarse después de la cosecha. Las temperaturas de secado no deben exceder de 43 °C. Para la mayoría de las semillas que no son carnosas, el contenido mínimo seguro de humedad queda en el rango del 8 al 15 % (Hartmann y Kester, 1997).

Se han reportado inhibidores de la germinación ampliamente distribuidos en las semillas de especies tropicales. Algunas de las sustancias asociadas con la inhibición son diversos fenoles, cumarina y ácido abscísico. En muchos casos específicos en que hay presentes inhibidores, la germinación puede mejorarse o estimularse lixiviando estos inhibidores con agua, removiendo la cubierta o aplicando ambos métodos. Es probable que el inhibidor de la germinación de ocurrencia natural más importante sea el ácido abscísico (ABA), que se acumula en los frutos y semillas durante el desarrollo, y está asociado con la maduración. El ABA tiende a incrementarse con la maduración del fruto y puede estar involucrado en la prevención de la viviparidad y en la inducción del letargo. El propósito de la lixiviación es remover los inhibidores y esto se logra remojando las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua con frecuencia (Hartmann y Kester, 1997).

La latencia o letargo es resultado de condiciones internas de la semilla, distintas a la falta de viabilidad, que impiden la germinación. Una semilla con letargo es aquella que no llega a germinar aunque haya absorbido agua y esté expuesta a condiciones favorables de temperatura y de concentración de oxígeno (Hartmann y Kester, 1997).

El letargo primario consiste en que en la mayoría de las especies con semillas, durante la maduración se desarrollan controles internos que impiden la germinación y persisten en la semilla durante un período posterior a la cosecha. Esto normalmente es un mecanismo de adaptación para la supervivencia de la especie bajo las condiciones donde se originó. Es importante señalar que el origen de esos controles de la germinación es parte del proceso de desarrollo de la semilla. Para imponer el letargo a la semilla interaccionan dos mecanismos principales: (a) la acumulación en diferentes tejidos del fruto y de la semilla de inhibidores químicos del crecimiento y (b) el desarrollo de cubiertas de la semilla que controlan la absorción de agua, la permeabilidad a los gases y la lixiviación de los inhibidores. Las tensiones del crecimiento, que ocasionan que el endocarpio que se está endureciendo se parta o raje, pueden ocasionar el aborto en semillas de muchos frutales de hueso. Las cáscaras de las nueces y los huesos de varios frutos pueden retardar la germinación por ser una barrera física, así el endocarpio duro de las semillas de durazno hace más lenta la absorción de agua y retrasa la lixiviación de los inhibidores de la germinación (Hartmann y Kester, 1997).

En la naturaleza, las cubiertas de las semillas se suavizan por varios agentes ambientales, incluyendo la abrasión mecánica, la alternación de hielo y deshielo, el ataque por microorganismos del suelo, el paso por el tracto digestivo de aves o mamíferos o el efecto del fuego. Se ha encontrado que ciertas especies de plantas nativas tienen semillas de cubiertas duras que germinan extensamente después de un incendio en el bosque o en el

pastizal. Esto se debe a que las cubiertas de las semillas son modificadas por las temperaturas elevadas (Hartmann y Kester, 1997).

Muchas pruebas experimentales apoyan el concepto de que el control del letargo y la germinación se hace por medio de hormonas endógenas específicas estimuladoras del crecimiento, como las giberelinas, citocininas y el etileno, así como de sustancias inhibitoras del mismo, principalmente el ácido abscísico (Hartmann y Kester, 1997).

El letargo se debe a la formación en la semilla de inhibidores químicos, a la carencia de las sustancias estimulantes necesarias o la resistencia mecánica de la testa de la semilla a la entrada del agua y del oxígeno. Cuando ocurren las condiciones requeridas para romper el letargo, el embrión empieza a producir las giberelinas y las citocininas necesarias para contrarrestar la acción de los inhibidores e iniciar este proceso. En esta etapa, si se le agrega agua, la semilla germinará (Bidwell, 1990).

En apariencia, los mecanismos de control del letargo fisiológico residen dentro de las cubiertas de las semillas vivas y fisiológicamente activas. Este mecanismo de control se debe a la semipermeabilidad de las cubiertas de las semillas, que permiten que el agua entre pero que restringen los movimientos de gases e impiden la lixiviación de los inhibidores de la germinación del interior de las semillas (Hartmann y Kester, 1997).

Un período de baja temperatura parece ser necesario para metabolizar el ABA presente en las semillas. La estratificación o enfriado en húmedo causa un marcado descenso en la cantidad de ABA presente en la testa de estas semillas y es también necesaria para la activación de la síntesis de giberelina. En realidad puede ser que la giberelina no se forme sino hasta más tarde, bajo la influencia de temperatura más cálida, pero su síntesis no tiene lugar a menos que la semilla haya experimentado un período de baja temperatura (Bidwell, 1990). Para que esto ocurra, el período frío lo debe recibir la semilla en condiciones de humedad y no en seco.

Las giberelinas comprenden a la clase de sustancias implicadas de manera más directa en el control y el estímulo de la germinación de las semillas. Aunque existen muchas variaciones moleculares de la giberelina, la de más amplio uso experimental y comercial es el ácido giberélico ( $GA_3$ ). Estos compuestos se presentan en concentraciones relativamente altas en las semillas en desarrollo, pero de ordinario se reducen a una concentración menor en las semillas maduras en letargo, en particular en plantas dicotiledóneas. Los tratamientos con  $GA_3$  pueden superar el letargo fisiológico en varias especies de semillas y estimular la germinación de semillas con embriones en letargo (Hartmann y Kester, 1997).

El ABA es un inhibidor del crecimiento y su acción primaria parece ser la de inhibir la acción de la giberelina y estimular el letargo. El ABA parece inducir el letargo en las plantas perennes y en los árboles y causa o mantiene el letargo en muchas semillas. El ABA parece contrarrestar el efecto de la giberelina en algunas plantas. La giberelina es necesaria para la germinación y su ausencia da por resultado inevitable el letargo, esté presente o no un inhibidor. El ABA antagoniza los efectos del  $GA_3$  y las dos sustancias tienen posiblemente un precursor común. De ser así, parece improbable que estén ambos al mismo tiempo presentes en altas concentraciones en un tejido, pues su interacción directa podría tener gran significación (Bidwell, 1990).

## 2.4 GERMINACIÓN DEL NANCE

En el caso del nance, ésta es una especie que presenta ciertos problemas para su germinación. En un ensayo realizado por Rivero (1990) el nance germinó 23 días después de sembrado y el mayor porcentaje de germinación (49.8 %) lo consiguió con el remojo en GA<sub>3</sub> a una concentración de 500 ppm por 24 horas. La escarificación mecánica bajó el porcentaje de germinación.

Según Estrada (1995), quien estudió varios tratamientos pregerminativos, el principal impedimento para la germinación de la semilla del nance es la presencia de inhibidores de la germinación y sugiere que el porcentaje y vigor de germinación se mejoran si la semilla previamente fermentada y/o secada 2 días a la sombra es remojada a una alta concentración de GA<sub>3</sub> como 2000 ó 4000 ppm. Este autor encontró que son dos los efectos que estimularon la germinación, la lixiviación de los inhibidores gracias al remojo en agua y el incremento de los promotores por la adición del GA<sub>3</sub>. Tratamientos de exposición a altas temperaturas no tuvieron efecto alguno.

En un ensayo no concluído se encontró mayor porcentaje de germinación en tratamientos en que las semillas fueron secadas comparados con los tratamientos sin secado. Dentro de los tratamientos de secado fue mejor el secado al sol que a la sombra y de éstos los que tuvieron 24 h de remojo en 2000 ó 4000 ppm de GA<sub>3</sub>, mejoraron notablemente en su germinación, llegando a 80 % el tratamiento secado al sol por 2 semanas y remojado 24 h en 4000 ppm de GA<sub>3</sub>. El mejor tratamiento sin GA<sub>3</sub> fue el de secado a la sombra por 2 semanas, donde se obtuvo sólo 1.7 % de germinación<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> DUARTE, O.; ESTEVES, F. 1997. Germinación del nance. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Hond. (Comunicación personal).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se probó semillas provenientes de frutos maduros, que en el caso del nance son los que han caído al suelo. Estos frutos se pusieron a fermentar durante una semana para facilitar su despulpado, que se hizo lavando la pulpa con agua y luego raspándola con un material abrasivo (arena), a continuación se extendieron sobre plástico y se dejaron secar a la sombra o a pleno sol.

Se probaron 38 tratamientos usando un Diseño Completamente al Azar (DCA), cada uno de los cuales consistió en la combinación de procesos pregerminativos promotores de la germinación, aplicados a 3 repeticiones de 25 semillas cada una, las que fueron puestas a germinar en rollos de polietileno con papel toalla humedecido con agua. Los rollos de germinación se prepararon como un sandwich en que se colocó como base un film de polietileno, luego 2 hojas de papel toalla humedecido, luego las semillas, encima de las que se colocaron otras 2 hojas de papel toalla humedecido y finalmente otro film de polietileno cubriendo todo esto. Luego se tomó este “sandwich” y se hizo un rollo. Todos los rollos fueron reunidos en una caja de cartón que fue almacenada a la sombra en una habitación con temperatura entre 20 y 25 °C. A todas las repeticiones se les contó el porcentaje de semillas germinadas por semana durante 14 semanas. Se consideró como germinada aquella semilla que emitía la radícula. En los casos que germinaron más de una semilla de las 3 que tiene el “hueso” del nance, esto se consideró como una sola germinación.

Los tratamientos fueron clasificados en semillas secadas al sol o a la sombra por diversos tiempos, que fueron de 2, 7, 14, 28, 56 y 84 días más un tratamiento adicional de 56 días de secado al sol o a la sombra seguido de 2 años de almacenamiento en bolsa de polietileno a 20 – 24 °C. En cada caso se probó el remojo de la semilla en una solución de 0 (agua sola), 2000 y 4000 ppm de GA<sub>3</sub>. Se incluyó además tratamientos de secado al horno a 60 °C durante 1 hora, remojo en agua que acababa de iniciar el hervor y que en ese momento se sacaba del fuego dejando las semillas en ella por 24 h, agua hirviendo que se pasaba por un colador en que estaban las semillas y luego éstas se remojaran 24 h en esta misma agua que había sido recogida en un recipiente (en este caso la idea era que al pasar por el colador el agua se enfriaría unos grados, lo que supone menos daño por calor si fuera ese el caso), pase de un fuego rápido en un simulacro de incendio en el que las semillas se colocaron en una capa de 2 a 3 cm. de agujas secas de pino que se les prendió fuego cuidando que no se quemaran demasiado las semillas. Se incluyó igualmente un lavado de semillas en agua corriente por 24 horas, refrigerado de las semillas a 5 °C durante 2 semanas y algunas combinaciones que se pueden ver en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Tratamientos pregerminativos a la semilla del nance, El Zamorano, 1997.

Clave	
T 1	Secado 2 d a la sombra + 24 h en agua.
T 2	” + 24 h en 2,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 3	” + 24 h en 4,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 4	” + horneo 1 h a 60 °C + 24 h en agua.
T 5	” + 24 h en agua que inició ebullición.
T 6	” + 24 h en agua hirviendo que pasó por colador.
T 7	Secado 2 m a la sombra + 2 años a 20 – 24 °C + 24 h en agua.
T 8	” + 2 años a 20 – 24 °C + 24 h en 2,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 9	” + 2 años a 20 – 24 °C + 24 h en 4,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 10	Secado 7 d a la sombra + 24 h en agua.
T 11	” + 24 h en 2,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 12	” + 24 h en 4,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 13	” + fuego + 24 h en agua.
T 14	Secado 2 m al sol + 2 años a 20 – 24 °C + 24 h en agua.
T 15	” + 2 años a 20 – 24 °C + 24 h en agua corriente.
T 16	” + 2 años a 20 – 24 °C + 24 h en 2,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 17	” + 2 años a 20 – 24 °C + 24 h en 4,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 18	Secado 7 d al sol + 24 h en agua.
T 19	” + 24 h en 2,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 20	” + 24 h en 4,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 21	” + fuego + remojo 24 h en agua.
T 22	Secado 14 d al sol + 24 h en agua.
T 23	” + 24 h en 2000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 24	” + 24 h en 4,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 25	” + fuego + 24 h en agua.
T 26	Secado 28 d al sol + 24 h en agua.
T 27	” + 24 h en 2,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 28	” + 24 h en 4,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 29	” + fuego + 24 h en agua.
T 30	Secado 56 d al sol + 24 h en agua.
T 31	” + 24 h en 2,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 32	” + 24 h en 4,000 ppm GA <sub>3</sub> .
T 33	” + fuego + 24 h en agua.
T 34	” + fuego + 24 h en agua corriente.
T 35	” + 24 h en agua corriente.
T 36	” + fuego + 24 h en 4,000 ppm GA <sub>3</sub>
T 37	Secado 84 d al sol + refrigerado 2 semanas a 5 °C + 24 h en agua
T 38	” + ” + 24 h en 4000 ppm GA <sub>3</sub>

Para el análisis de los datos del porcentaje de semillas germinadas a las 2 y 14 semanas, que es el período de tiempo dentro del cual germinaron las semillas de la mayoría de tratamientos, se realizó un análisis de varianza para tratamientos con un solo criterio de clasificación y separación de medias por el método Duncan, utilizando el programa M-STAT desarrollado por la Universidad de Michigan. El porcentaje de germinación fue transformado antes de ser sometido al análisis empleando  $\sqrt{x}$ .

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presenta el resumen de los análisis de varianza donde se puede apreciar que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos con una  $P (F \geq F_0) < 0.0001$  y que gran parte de la variabilidad en la germinación se debió a los tratamientos. Los porcentajes de germinación fueron representativos a  $R^2 \geq 0.80$ .

**Cuadro 2.** Análisis de varianza de germinación por periodo.

Variable		$R^2$	$P (F \geq F_0)$
Porcentaje de germinación a la semana	2	0.80	$< 0.0001$
”	6	0.87	$< 0.0001$
”	10	0.92	$< 0.0001$
”	14	0.92	$< 0.0001$

Las diferencias existentes entre tratamientos se pueden ver en el Cuadro 3, donde se aprecia que hubo una gran disparidad entre éstos, debido a los diferentes tipos de secado, uso de remojo en ácido giberélico y exposición a elevada temperatura.

Las únicas semillas que habían germinado a las 2 semanas de sembradas fueron los lotes secados 14 y 56 días al sol y luego remojados en 2,000 y 4,000 ppm  $GA_3$ , respectivamente, y las que fueron secadas al sol por 84 días y luego refrigeradas por 2 semanas a 5 °C y después remojadas en 4000 ppm de  $GA_3$ , pero esto no parece ser muy importante en relación al resultado final.

El mejor tratamiento del presente ensayo fue el de secado 2 meses a la sombra, almacenado por 2 años en temperatura de cuarto (20 – 24 °C) y remojado 24 h en 4,000 ppm  $GA_3$  que tuvo 58.3 % de germinación (Cuadro 3). Cabe mencionar que este lote de semillas fue distinto al de las que se usaron para los tratamientos sin almacenaje prolongado y esto pudo haber resultado en la superioridad de la germinación, más que el tratamiento en sí. De acuerdo a este mismo Cuadro sólo 3 tratamientos germinaron a los 14 días. Esto coincide con Garriz (1986; citado por Estrada, 1995), en que las semillas de nance comienzan a germinar de 12 a 14 días después de la siembra, aunque no concuerda con lo manifestado por el mismo Garriz, que las semillas germinan en alto porcentaje y sin la necesidad de tratamiento pregerminativo alguno, pues, los tratamientos de testigo no germinaron en esta fecha y de los que germinaron, el mejor alcanzó 8.9 % de germinación en ese tiempo. En los demás tratamientos recién a las 6 semanas se vió una germinación más o menos consistente.

**Cuadro 3.** Germinación de semillas de nance luego de diversos tratamientos pregerminativos. El Zamorano, 1997.

Tratamiento	semanas desde la siembra			
	2	6	10	14
9. 2 meses sombra, 2 años 20 – 24 °C, 4000 GA <sub>3</sub>		20.2 b	47.8 a	58.3 a
23. 14 días sol, 2000 GA <sub>3</sub>	8.9 a	38.5 a	38.5 ab	41.2 b
8. 2 meses sombra, 2 años 20 – 24 °C, 2000 GA <sub>3</sub>		17.9 bc	34.4 ab	38.5 b
24. 14 días sol, 4000 GA <sub>3</sub>		22.6 b	32.0 b	35.9 b
12. 7 días sombra, 4000 GA <sub>3</sub>		22.5 b	32.0 b	33.2 bc
20. 7 días sol, 4000 GA <sub>3</sub>		15.9 bc	18.4 c	21.3 cd
3. 2 días sombra, 4000 GA <sub>3</sub>		9.7 bcd	18.2 c	19.7 cde
19. 7 días sol, 2000 GA <sub>3</sub>		12.9 bc	18.4 c	19.6 cde
11. 7 días sombra, 2000 GA <sub>3</sub>		13.5 bc	18.4 c	18.4 de
31. 56 días sol, 2000 GA <sub>3</sub>		13.3 bc	17.1 cd	18.4 de
38. 84 días sol, refrigerado, 4000 GA <sub>3</sub>	1.7 b	15.0 bc	18.3 c	18.3 de
28. 28 días sol, 4000 GA <sub>3</sub>		11.2 bc	16.7 cd	17.9 de
32. 56 días sol, 4000 GA <sub>3</sub>	0.9 b	12.1 bc	17.1 cd	17.1 def
2. 2 días sombra, 2000 GA <sub>3</sub>		2.6 def	14.3 cd	16.7 def
17. 2 meses sol, 2 años 20 – 24 °C, 4000 GA <sub>3</sub>		6.2 cde	13.1 cd	15.9 def
27. 28 días sol, 2000 GA <sub>3</sub>		13.1 bc	15.1 cd	15.1 def
16. 2 meses sol, 2 años 20 – 24 °C, 2000 GA <sub>3</sub>		0.9 ef	7.7 cde	11.1 def
35. 56 días sol, agua corriente		6.4 cde	8.1 cde	8.1 efg
18. 7 días sol, 0 GA <sub>3</sub>		6.5 cde	6.5 de	6.5 fg
30. 56 días sol, 0 GA <sub>3</sub>		2.6 def	2.6 ef	2.6 gh
26. 28 días sol, 0 GA <sub>3</sub>		0.5 f	0.5 fg	0.5 hi
4. 2 días sombra, 60 °C, 0 GA		-	-	-
7. 2 meses sombra, 2 años 20 - 24 °C, 0 GA <sub>3</sub>		-	-	-
15. 2 meses sol, 2 años 20 – 24 °C, agua corriente		-	-	-
6. 2 días sombra, agua colada hirviendo		-	-	-
22. 14 días sol, 0 GA <sub>3</sub>		-	-	-
1. 2 días sombra, 0 GA <sub>3</sub>		-	-	-
10. 7 días sombra, 0 GA <sub>3</sub>		-	-	-
29. 28 días sol, fuego, 0 GA <sub>3</sub>		-	-	-
37. 84 días sol, refrigerado, 0 GA <sub>3</sub>		-	-	-
5. 2 días sombra, agua hirviendo		-	-	-
14. 2 meses sol, 2 años 20 - 24 °C, 0 GA <sub>3</sub>		-	-	-
33. 56 días sol, fuego, 0 GA <sub>3</sub>		-	-	-
34. 56 días sol, fuego, agua corriente		-	-	-
13. 7 días sombra, fuego, 0 GA <sub>3</sub>		-	-	-
36. 56 días sol, fuego, 4000 GA <sub>3</sub>		-	-	-

Esto parcialmente concuerda con lo informado por Rivero (1990) y por Estrada (1995), que indican que sus mejores tratamientos comenzaron a germinar a los 23 días de sembrados, que fue lo que ocurrió en la mayoría de los casos.

En el mismo Cuadro 3 se puede ver que prácticamente ningún tratamiento sin GA<sub>3</sub> germinó satisfactoriamente. Esto coincide con lo encontrado por Rivero (1990) quien logró la mejor germinación con 500 ppm de GA<sub>3</sub> y con lo reportado por Estrada (1995) quien logró las mejores germinaciones con remojo en 2,000 y 4,000 ppm de GA<sub>3</sub>. Esto corrobora el efecto estimulante del GA<sub>3</sub> en la germinación de semillas, como se ha encontrado en numerosas especies donde ha mejorado porcentajes, uniformizado la emergencia o acelerado el proceso tal como ha ocurrido en chirimoya (Duarte *et al.*, 1974), lúcuma (Duarte *et al.*, 1976) o cítricos (Burns y Coggins, 1969). Por lo tanto se considera indispensable la utilización del GA<sub>3</sub> para lograr una germinación más rápida y uniforme en nance.

El tratamiento de fuego con 4000 ppm de GA<sub>3</sub> no produjo germinación tampoco porque el fuego mató las semillas, al igual que los otros tratamientos de fuego. Esto coincide con lo reportado por Estrada (1995) que el paso por el fuego no es un tratamiento adecuado para el nance. De otra parte, esto no concuerda con lo reportado para otras semillas como *Tectona* (Laurie, 1974) en que la literatura indica que el pase por un fuego estimula su germinación. Igualmente el horneado a 60 °C y los remojos en agua caliente parecen haber sido excesivamente calientes.

En el caso del horneado a 60 °C este superó los 43 °C que sugieren Hartmann y Kester (1997), mientras que el agua caliente probablemente tuvo efecto negativo porque el nance no es una semilla con cubierta dura o impermeable en toda su superficie, donde el agua caliente más bien ayuda a ablandarla, mientras que en esta especie que si bien tiene un tipo de “hueso” el embrión no está tan encapsulado, como en las leguminosas por ejemplo, y por ello el agua caliente llega a calentar en exceso al embrión y le produce la muerte.

Se puede notar que de los 3 únicos tratamientos sin GA<sub>3</sub> que germinaron, todos fueron secados al sol por 7, 28 ó 56 días, aunque el porcentaje fue muy bajo. Esto indicaría que el sol produce un efecto estimulante mejor que el logrado con la sombra, si bien estas diferencias no se notan mayormente cuando se tratan estas semillas, incluyendo las secadas a la sombra, con GA<sub>3</sub> ya sea a 2,000 ó 4,000 ppm.

En cuanto al mejor tiempo de secado, en este caso 2 meses de sombra con 2 años de 20 – 24 °C, fue similar a 14 días de sol usando 2,000 ó 4,000 ppm de GA<sub>3</sub>. Parece que en el presente lote de semillas 14 días de sol fue el mejor tiempo de secado aunque no superó significativamente a 7 días de sombra con GA<sub>3</sub> a 4,000 ppm y muy ligeramente a 7 días de sol con GA<sub>3</sub> a 4,000 ppm incluso a 2 días de sombra. Parece que el GA<sub>3</sub> es el factor que más influencia estos resultados.

Todo lo anterior implica que la semilla de nance necesita de un período de secado que posiblemente contribuye a su posmaduración, tal vez reduciendo el contenido de inhibidores, pero a su vez el ácido giberélico es esencial para una buena germinación bajo estas condiciones pues, proporciona el estímulo necesario para iniciar la germinación o contrarrestar la posible presencia de inhibidores que todavía puedan permanecer en la semilla a pesar del tiempo transcurrido.

Se puede apreciar que con almacenaje prolongado de 2 años la semilla secada a la sombra germinó mejor que la secada al sol por 2 meses antes del almacenaje. De otra parte, para los tratamientos sin almacenaje prolongado, el secado al sol mostró una ligera ventaja sobre el secado a la sombra, esto hace del nance una de las pocas especies frutales donde la exposición prolongada al sol no mata a la semilla como ocurre en la mayoría de frutales.

Cabe indicar que la semilla con almacenaje de 2 años no fue del mismo lote que las demás, por lo que una comparación directa entre estos 2 lotes no es del todo adecuada, pero se incluye como un dato que aporta información interesante sobre el comportamiento de esta especie.

Del Cuadro 3 se puede inferir que con los remojos en GA<sub>3</sub> no hubo clara diferencia entre secado al sol o a la sombra. Igualmente en este caso no se notó una clara tendencia a favor de 4,000 ppm o de 2,000 ppm de GA<sub>3</sub>, pues ambos tuvieron comportamientos que no permiten decir que una dosis fue mejor que la otra, ya que con algunos períodos de secado al sol o a la sombra 4,000 ppm de GA<sub>3</sub> fue mejor que 2,000 ppm de GA<sub>3</sub> mientras que en otros fue al revés, sin una clara tendencia a favor de uno de ellos.

## 5. CONCLUSIONES

Entre 2 y 14 días después de despulpado el fruto, la semilla aparentemente no tiene giberelinas o tiene un exceso de inhibidores, esto se puede concluir por la germinación de los tratamientos que tuvieron estos períodos de secado al sol o a la sombra y que respondieron al remojo en GA<sub>3</sub>, con excepción del que tuvo 7 días de secado al sol y que aunque tuvo una germinación de 6.5 %, lo hizo sin recibir el estímulo de GA<sub>3</sub>.

Al parecer el secado al sol 7 a 56 días induce la conversión de ABA a giberelinas o la degradación del ABA, esto es evidente en los tratamientos que tuvieron secado de más de 7 días, donde aparentemente 7 días fue ligeramente mejor.

La causa principal de la pobre germinación de la semilla de nance parece ser la ausencia de promotores de germinación. Podría ser que paralelamente haya un exceso de inhibidores pero el GA<sub>3</sub> parece que contrarresta este exceso del inhibidor o mejora el nivel de promotores para inducir la germinación.

Conforme el tiempo de secado aumentó se produjo un incremento de respuesta. Aparentemente al terminar el secado todavía hay presente inhibidores, lo que quedaría demostrado por el hecho de una mejor aunque baja germinación del tratamiento de remojo en agua corriente versus el de agua estancada luego de 56 días de secado. Esto implica que el agua corriente lavó parte del inhibidor, lo que no hizo el agua estancada o lo hizo en menor proporción.

Es poco práctico almacenar 2 años las semillas del nance, aunque el mejor tratamiento de este ensayo después de ser secado a la sombra por 2 meses fue el almacenado por este lapso a temperatura de cuarto (20 – 24 °C) pero la diferencia con los otros tratamientos fue mínima.

## **6. RECOMENDACIONES**

Probar tiempos de remojo en agua corriente luego de un período de secado al sol de 2 a 4 semanas. Estos podrían ser de 24, 48, 72, 96 h y compararlos con remojo en 2,000 y 4,000 ppm de GA<sub>3</sub>.

Probar almacenar la semilla luego del secado en un medio húmedo previa imbibición para ver si se reducen los inhibidores o se aumenta los promotores internos, tal como debe ocurrir en la naturaleza.

Llevar el ensayo al campo o sea, probar en camas de almácigo para ver si se repiten los resultados de laboratorio.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- BIDWELL, R. 1990. Fisiología Vegetal. Trad. por Guadalupe Cano y Manuel Rojas. México. AGT. 784p.
- BURNS R.; COGGINS C. 1969. Sweet orange germination and growth aided by water and gibberellin seed soak. California Agriculture. 23:18-19.
- DUARTE, O.; VILLAGARCÍA, J.; FRANCIOSI, R. 1974. Efecto de algunos tratamientos en la propagación del chirimoyo por semillas, estacas e injertos. Proc. Trop. Region Amer. Soc. Hort. Sci. 18:41-48.
- DUARTE, O.; SANTOS, D.; FRANCIOSI, R. 1976. Efecto de diversos tratamientos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de lúcumo (*Lucuma obovata* H.B.K.). Proc. Trop. Region Amer. Soc. Hort. Sci. 20:242-249.
- ESTRADA, R. 1995. Efecto de algunos tratamientos en la propagación sexual del nance *Byrsonima crassifolia*, L.. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 41p.
- HARTMANN, H.; KESTER, D. 1997. Propagación de Plantas; principios y prácticas. 2 ed. Trad. por Antonio Marino. México. Continental. 790p.
- LAURIE, M. 1974. Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana. Colección FAO: Cuadernos de Fomento Forestal no. 19. FAO, Roma, Italia.
- RIVERO, J. 1990. Efecto de diversos tratamientos a la semilla sobre la germinación de tamarindo *Tamarindus indica*, L., caimito *Chrysophyllum cainito*, L., guanábana *Anona muricata*, L. y nance *Byrsonima crassifolia*, L.. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 45p.
- ROOSMALEN, M. VAN. 1985. Fruits of the Guianan flora. Netherlands. Utrecht University. Wageningen Agricultural University. 483p.

