

**CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE SIETE ESPECIES  
FORESTALES NATIVAS BAJO CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

**ALVARO JAVIER CEBALLOS FREIRE**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL  
PASTO – COLOMBIA  
2006**

**CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE SIETE ESPECIES  
FORESTALES NATIVAS BAJO CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

**ALVARO JAVIER CEBALLOS FREIRE**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
INGENIERO AGROFORESTAL**

**Director de Tesis  
ARTEMO LÓPEZ RÍOS I.A.**

**Copresidente  
Luz Amalia Forero I.A. Ms.C**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL  
PASTO – COLOMBIA  
2006**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”**

**Artículo 1ro del acuerdo No 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**Artemo López Ríos, I.A Cordinador programa ETIA.  
Presidente de Tesis**

---

**Hernando Criollo Escobar, I.A. M. Sc  
Jurado Delegado**

---

**Carlos Mosquera, I. A.  
Jurado**

---

**Germán Chaves Jurado, I. A. Esp. Ecología  
Jurado**

**San Juan de Pasto - Nariño, Septiembre 2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor desea expresar sus agradecimientos a quienes por su valiosa colaboración y apoyo hicieron posible realizar este trabajo:

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, mediante el Centro Nacional de Investigaciones de Café

Universidad de Nariño, en particular al cuerpo docente por mi formación profesional.

Dr. José Artemo López Ríos. Ingeniero Agrónomo. Coordinador Programa ETIA, Líder principal. Por su gran colaboración y consejos brindados.

Dra. Esther Cecilia Montoya. Por su asesoría estadística y el tiempo ofrecido.

Dr. Carlos Mario Ospina Penagos, Ingeniero Forestal, asistente de investigación del Centro Nacional de investigaciones de Café, y asesor del trabajo en Cenicafé. Por brindarme su amistad, confianza y la oportunidad de realizar la práctica empresarial y la tesis de pregrado.

Fabio Alonso Aristizábal, Técnico forestal. Un compañero y amigo que tuvo siempre toda la disposición y colaboración desinteresada para el desarrollo del trabajo.

Carlos Ospina, viverista del Centro Nacional de Investigaciones de Café. Un excelente amigo, que siempre estuvo presto a colaborar en cualquier momento.

Freddy Saldarriaga, Jary Medina y Alexander Godoy. Por ser grandes amigos y por su buenos consejos en algunos momentos.

Mauricio Oliveros Ing Agroforestal. Por ser un amigo que dejó en mí grandes lecciones.

Silvana Yandar. Por ser la persona que estuvo incondicionalmente conmigo para luchar por las metas y sueños, a pesar de todos las dificultades que vivimos antes y después de salir de Pasto para luego vivir todo este proceso en Cenicafé. Siempre estaré agradecido por todos sus consejos y colaboración.

Beatriz Eugenia Mira y Blanca Irene Vargas. Por su gran amistad y asesoría.

Javier Fajardo Guerrero. Por ser un amigo de mucho tiempo atrás que estuvo muy pendiente del trabajo y de colaborar.

**DEDICATORIA:**

**A Dios  
A mi madre: Gladys Amparo  
A mi padre: Carlos Hugo  
A mis hermanos: Carlos Andrés y Edwin Rolando**

**Javier Ceballos Freire**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	29
OBJETIVOS	31
1. REVISIÓN DE LITERATURA	32
1.1 LA SEMILLA	32
1.2 RECOLECCIÓN DE LA SEMILLA	33
1.3 MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS	35
1.4 COSECHA DE FRUTOS	37
1.5 SECADO DE FRUTOS Y EXTRACCIÓN DE SEMILLAS	38
1.6 CALIDAD DE LA SEMILLA	39
1.6.1 Pureza	39
1.6.2 Análisis de peso	39
1.6.3 Contenido de humedad (CH)	39
1.7 LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS	40
1.7.1 Problemas del almacenamiento en semillas con alto contenido de humedad	41
1.7.2 Prueba básica para determinar la viabilidad de la semilla	44
1.7.3 Empaques para el almacenamiento de la semilla	44
1.8 GERMINACIÓN	46
1.8.1 Latencia y tratamientos pregerminativos	46

1.8.2	Sustratos	48
1.9	DESCRIPCIÓN Y MANEJO DE SEMILLAS FORESTALES OBJETO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	48
1.9.1	Semillas ortodoxas	48
1.9.2	Semillas recalcitrantes	55
2	MATERIALES Y MÉTODOS	58
2.1	LOCALIZACIÓN	58
2.2	MATERIALES	58
2.2.1	Semilla	58
2.2.2	Equipo de recolección	58
2.2.3	Empaques para el transporte y materiales para el secado de las semillas	59
2.2.4	Empaque para el almacenamiento de la semilla	59
2.2.5	Sustrato	60
2.2.6	Germinadores	60
2.2.7	Cuartos fríos	61
2.3	METODOLOGIA	62
2.3.1	Recolección de frutos y semillas	62
2.3.2	Transporte de la semilla	67
2.3.3	Extracción y secado de las semillas	67
2.3.4	Pureza	68
2.3.5	Análisis de peso	68
2.3.6	Contenido de humedad	69
2.3.7	Almacenamiento de la semilla	71

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
3.1 <i>Alnus acuminata</i> spp. <i>Acuminata</i> H.B.K	77
3.1.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)	77
3.1.2 Viabilidad de la semilla de aliso (%)	79
3.1.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG) en relación con los manejos pregerminativos empleados	81
3.1.4 Variación del contenido de humedad en cada período de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento	89
3.2 <i>Cordia gerascanthus</i> L. Moldenke	90
3.2.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)	90
3.2.2 Viabilidad de la semilla de solera (%)	92
3.2.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG) en relación con los manejos pregerminativos empleados	93
3.2.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento	101
3.3 <i>Guarea guidonia</i> (Jacq). P. Willson	101
3.3.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)	103
3.3.2 Viabilidad de la semilla de cedrillo (%)	104
3.3.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG) en relación con los manejos pregerminativos empleados	106

3.3.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento	112
3.4 <i>Juglans neotropica</i> (Diels)	114
3.4.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)	114
3.4.2 Viabilidad de la semilla de cedro negro (%)	116
3.4.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG) en relación con los manejos pregerminativos empleados	117
3.4.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento	122
3.5 <i>Quercus humboldtii</i> Bonpland	122
3.5.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)	122
3.5.2 Viabilidad de la semilla de roble (%)	124
3.5.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG) en relación con los manejos pregerminativos empleados	125
3.5.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento	128
3.6 <i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	129
3.6.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)	129
3.6.2 Viabilidad de la semilla de chaquiro (%)	130
3.6.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG) en relación con los manejos pregerminativos empleados	131

3.6.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento	139
3.7 <i>Prunus integrifolia</i> (Presl) Walpers	141
3.7.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)	141
3.7.2 Viabilidad de la semilla de trapiche (%)	142
3.7.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG) en relación con los manejos pregerminativos empleados	144
3.7.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento	146
4 CONCLUSIONES	147
5 RECOMENDACIONES	150
6 BIBLIOGRAFIA	151

## LISTA DE TABLAS.

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Porcentajes de humedad para el almacenamiento en semillas y el daño potencial	41
<b>Tabla 2.</b> Características climáticas (Cenicafé)	58
<b>Tabla 3.</b> Procedencia y número de frutos y semillas para la investigación	62
<b>Tabla 4.</b> Rangos de contenido de humedad para el almacenamiento de la semilla	69
<b>Tabla 5.</b> Descripción de tratamientos.	72
<b>Tabla 6.</b> Manejo pregerminativo.	73
<b>Tabla 7.</b> Determinación de peso en semillas de <i>Alnus acuminata</i> H.B.K. spp. <i>Acuminata</i> (8 muestras de 100 semillas c/u).	78
<b>Tabla 8.</b> Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento.	79
<b>Tabla 9.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>A. acuminata</i> (aliso), con un manejo pregerminativo sumergiendo las semillas en agua durante 4 horas.	82
<b>Tabla 10.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>A. acuminata</i> (aliso), sin ningún manejo pregerminativo.	84
<b>Tabla 11.</b> Determinación de peso en lote de semillas de <i>C. gerascanthus</i> L. Moldenke (8 muestras de 100 semillas c/u).	91
<b>Tabla 12.</b> Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento.	92

<b>Tabla 13.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>C. gerascanthus</i> (solera), con un manejo pregerminativo sumergiendo las semillas en agua durante 4 horas.	95
<b>Tabla 14.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>C. gerascanthus</i> (solera), sin ningún manejo pregerminativo.	97
<b>Tabla 15.</b> Determinación de peso en lote de semillas de <i>Guarea guidonia</i> (Jacq). P. Willson (8 muestras de 100 semillas c/u).	103
<b>Tabla 16.</b> Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento.	105
<b>Tabla 17.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>G. guidonia</i> cedrillo, con un despunte de la semilla con esmeril.	107
<b>Tabla 18.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>G. guidonia</i> (cedrillo), en semillas expuestas en agua caliente (punto ebullición), y en agua por 48 horas.	108
<b>Tabla 19.</b> Determinación del peso en lote de semillas de <i>J. neotropica</i> (Diels) (2 muestras de 100 semillas c/u).	115
<b>Tabla 20.</b> Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento.	117
<b>Tabla 21.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>J. neotropica</i> (cedro negro), con un despunte de la semilla con esmeril.	118

<b>Tabla 22.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>G. guidonia</i> (cedrillo), en semillas expuestas en agua caliente (punto ebullición), y en agua por 48 horas	120
<b>Tabla 23.</b> Determinación de peso en lote de semillas de <i>Quercus humboldtii</i> Bonpland (2 muestras de 100 semillas c/u).	123
<b>Tabla 24.</b> Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento.	125
<b>Tabla 25.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>Q. humboldtii</i> (roble), con un manejo pregerminativo sumergiendo las semillas en agua durante 72 horas.	126
<b>Tabla 26.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>Q. humboldtii</i> (roble), con un manejo pregerminativo: exposición de las semillas al sol durante 24 horas.	127
<b>Tabla 27.</b> Determinación del peso de semillas de <i>R. rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page (2 muestras de 100 semillas c/u).	129
<b>Tabla 28.</b> Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento.	131
<b>Tabla 29.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>R. rospigliosii</i> (chaquiro), con un manejo pregerminativo sumergiendo las semillas en agua durante 72 horas.	132
<b>Tabla 30.</b> Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de <i>R. rospigliosii</i> (chaquiro), con un manejo pregerminativo: exposición de las semillas al sol durante 24 horas.	136

**Tabla 31.** Determinación de peso en lote de semillas de *Prunus integrifolia* (Presl) Walpers (2 muestras de 100 semillas c/u). 142

**Tabla 32.** Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento. 143

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Método de recolección de espuelas	33
<b>Figura 2.</b> Método de recolección de la escalera	34
<b>Figura 3.</b> Método de recolección del suelo	34
<b>Figura 4.</b> Método de recolección en aprovechamiento	35
<b>Figura 5.</b> Frutos secos dehiscentes de <i>Tabebuia rosea</i> – Guayacán rosado.	36
<b>Figura 6.</b> Frutos secos indehiscentes de <i>Enterolobium cyclocarpum</i> - Piñón de oreja.	36
<b>Figura 7.</b> Frutos carnosos de <i>Juglans neotropica</i> – Cedro negro.	37
<b>Figura 8.</b> Semilla de <i>Alnus acuminata</i> H.B.K. spp. <i>Acuminata</i> (aliso).	49
<b>Figura 9.</b> Semilla de <i>Cordia gerascanthus</i> L. Moldenke (solera).	50
<b>Figura 10.</b> Semilla de <i>Guarea guidonia</i> (Jacq). P. Willson. (cedrillo).	51
<b>Figura 11.</b> Semilla de <i>Juglans neotropica</i> (Diels) (cedro negro).	52
<b>Figura 12.</b> Semilla de <i>Quercus humboldtii</i> Bonpland (roble).	54
<b>Figura 13.</b> Semilla de <i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg) C.N Page (chaquiro).	55
<b>Figura 14.</b> Semilla de <i>Prunus integrifolia</i> (Presl) Walpers (trapiche).	56
<b>Figura 15.</b> Equipo de escalado en árboles para recolección de frutos	59
<b>Figura 16.</b> A- Empaque de dril. B – Bolsa de cabuya	59
<b>Figura 17.</b> Germinadores “La Coca” granja de Cenicafé.	61

<b>Figura 18.</b> A – Cuarto frío de 12°C. B- Cuarto frío de 4°C C – Bodega (20°C).	61
<b>Figura 19.</b> Fuente semillera de <i>A. acuminata</i> (aliso), Finca “La Fe” en Manizales – Caldas	63
<b>Figura 20.</b> Fuente semillera de <i>C. gerascanthus</i> (solera) en Zambrano – Bolívar	63
<b>Figura 21.</b> Fuente semillera de <i>G. guidonia</i> (cedrillo) en Chinchiná – Caldas	64
<b>Figura 22.</b> Fuente semillera de <i>J. neotropica</i> (cedro negro) en Manizales – Caldas	65
<b>Figura 23.</b> Fuente semillera <i>R. rospigliosii</i> (chaquiro) en Támesis – Antioquia	65
<b>Figura 24.</b> Fuente semillera de <i>Q. humboldtii</i> (roble) en Jardín – Antioquia	66
<b>Figura 25.</b> Fuente semillera <i>P. integrifolia</i> (trapiche) en el Líbano – Tolima	66
<b>Figura 26.</b> Evaluación de la germinación en los germinadores.	75
<b>Figura 27.</b> Comportamiento a través del tiempo del Contenido de humedad diario para la especie <i>A. acuminata</i> H.B.K spp. <i>acuminata</i> . (aliso).	79
<b>Figura 28.</b> Tinción de las semillas de <i>A. acuminata</i> H.B.K spp. <i>acuminata</i> . (aliso). A: No viables B: viables C: dudosas.	80
<b>Figura 29.</b> Proceso de germinación de semillas de <i>A. acuminata</i> H.B.K spp. <i>acuminata</i> . (aliso).	82
<b>Figura 30.</b> Porcentajes de germinación promedio en semillas inmersas en agua durante 4 horas, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo.	83
<b>Figura 31.</b> Resultados de los porcentajes de germinación promedio en semillas sin ningún manejo pregerminativo (siembra directa), para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo.	85
<b>Figura 32.</b> Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de <i>A. acuminata</i> (aliso) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C y 12°C, sin manejo pregerminativo.	87

<b>Figura 33.</b> Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de <i>A. acuminata</i> (aliso) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C y 12°C e inmersas en agua dur ante 4 horas.	88
<b>Figura 34.</b> Contenido de humedad de <i>A. acuminata</i> (aliso) para cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo.	90
<b>Figura 35.</b> Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie <i>C. gerascanthus</i> (solera).	92
<b>Figura 36.</b> Tinción de la semilla de <i>C. gerascanthus</i> L. Moldenke (solera) A: Viables. B: dudosas y no viables.	93
<b>Figura 37.</b> Porcentajes de germinación promedio en semillas inmersas en agua durante 4 horas, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo.	95
<b>Figura 38.</b> Proceso de germinación de semillas de <i>C. gerascanthus</i> L. Moldenke (solera).	96
<b>Figura 39.</b> Porcentajes de germinación promedio en semillas sin ningún manejo pregerminativo (siembra directa), para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo.	97
<b>Figura 40.</b> Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de <i>C. gerascanthus</i> (solera) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C y 12°C e inmersas en agua dur ante 4 horas.	99
<b>Figura 41.</b> Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de <i>C. gerascanthus</i> (solera) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C y 12°C sin manejo pregerminativo.	100
<b>Figura 42.</b> Contenido de humedad de <i>C. gerascanthus</i> (solera) por cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo.	102
<b>Figura 43.</b> Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie <i>G. guidonia</i> (cedrillo).	104
<b>Figura 44.</b> Tinción de la semilla de <i>G. guidonia</i> (Jacq). P. Willson (cedrillo). A: No viables. B: dudosas. C: Viables.	105
<b>Figura 45.</b> Porcentajes de germinación promedio en semillas con un despunte con esmeril, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo.	107

<b>Figura 46.</b> Proceso de germinación de semillas de <i>G. guidonia</i> (Jacq). P. Willson (cedrillo).	108
<b>Figura 47.</b> Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de <i>G. guidonia</i> (cedrillo) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C, 12°C y ambiente (20°C), desp untadas con esmeril.	111
<b>Figura 48.</b> Ataque inicial de los hongos. A: <i>Penicillium</i> . B: <i>Aspergillus</i> en semillas de <i>G. guidonia</i> (Jacq). P. Willson (cedrillo),.	113
<b>Figura 49.</b> Contenido de humedad de <i>G. guidonia</i> (cedrillo) por cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo.	114
<b>Figura 50.</b> Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie <i>J. neotropica</i> (cedro negro).	115
<b>Figura 51.</b> A: Tinción de la semilla de <i>J. neotropica</i> (Diels) (cedro negro). B: Semillas viables Vs No viables.	116
<b>Figura 52.</b> Porcentajes de germinación promedio en semillas con un despunte con esmeril, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo.	119
<b>Figura 53.</b> Proceso de germinación de semillas de <i>J. neotropica</i> (Diels) (cedro negro).	119
<b>Figura 54.</b> Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de <i>J. neotropica</i> (cedro negro) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C, 12°C y ambiente (20°C), c on un despunte de las semillas con esmeril.	121
<b>Figura 55.</b> Contenido de humedad de <i>J. neotropica</i> (cedro negro) por cada temperatura y tiempo de almacenamiento.	122
<b>Figura 56.</b> Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie <i>Q. humboldtii</i> (roble).	124
<b>Figura 57.</b> Embriones muertos de semillas de <i>Q. humboldtii</i> Bonpland (roble).	125
<b>Figura 58.</b> Plántulas de la especie <i>Q. humboldtii</i> Bonpland (roble).	126
<b>Figura 59.</b> Contenido de humedad de <i>Q. humboldtii</i> (roble) por cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo.	128

<b>Figura 60.</b> Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie <i>R. rospigliosii</i> (chaquiro).	130
<b>Figura 61.</b> Tinción de la semilla de <i>R. rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page (chaquiro). A: No viables B: Viables.	131
<b>Figura 62.</b> Porcentajes de germinación promedio en semillas sumergidas en agua durante 72 horas, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo.	133
<b>Figura 63.</b> Proceso de germinación de semillas de <i>R. rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page (chaquiro).	134
<b>Figura 64.</b> Porcentajes de germinación promedio en semillas expuestas al sol durante 24 horas, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo.	136
<b>Figura 65.</b> Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de <i>R. rospigliosii</i> (chaquiro) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C, 12°C y ambiente (20°C), sumergidas en agua durante 72 horas.	138
<b>Figura 66.</b> Contenido de humedad de <i>R. rospigliosii</i> (chaquiro) para cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo.	141
<b>Figura 67.</b> Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie <i>P. integrifolia</i> (trapiche).	142
<b>Figura 68.</b> Semillas de <i>P. integrifolia</i> (Presl) Walpers (trapiche), afectadas por la bacteria <i>Erwinia</i> spp	144
<b>Figura 69.</b> Proceso de germinación de semillas de <i>P. integrifolia</i> (Presl) Walpers (trapiche).	145
<b>Figura 70.</b> Germinación de semillas de <i>P. integrifolia</i> (Presl) Walpers (trapiche), dentro del sustrato de almacenamiento.	145
<b>Figura 71.</b> Contenido de humedad <i>P. integrifolia</i> de trapiche por cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo.	146

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

**Anexo A.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

**Anexo B.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

**Anexo C.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

**Anexo D.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo E.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo F.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo G.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo H.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo I.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo J.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

**Anexo K.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

**Anexo L.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

**Anexo M.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

**Anexo N.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

**Anexo Ñ.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

**Anexo O.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

**Anexo P.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

**Anexo Q.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

**Anexo R.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

**Anexo S.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

**Anexo T.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

**Anexo U.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo V.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo W.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo X.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo Y.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo Z.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo AA.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

**Anexo AB.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

**Anexo AC.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

**Anexo AD.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

**Anexo AE.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

**Anexo AF.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

**Anexo AG.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

**Anexo AH.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

**Anexo AI.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

**Anexo AJ.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable PG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

**Anexo AK.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable ND, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

**Anexo AL.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

**Anexo AM.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable PG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

**Anexo AN.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable ND, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

**Anexo AÑ.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

**Anexo AO.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable PG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

**Anexo AP.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable ND, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

**Anexo AQ.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

**Anexo AR.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable PG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

**Anexo AS.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable ND, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

**Anexo AT.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

**Anexo AU.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable PG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

**Anexo AV.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable ND, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

**Anexo AW.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

**Anexo AX.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable PG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

**Anexo AY.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable ND, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

**Anexo AZ.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

**Anexo BA.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo BB.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo BC.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo BD.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo BE.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo BF.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo BG.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable PG, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 12°C)

**Anexo BH.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable ND, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 12°C)

**Anexo BI.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable VG, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 12°C)

**Anexo BJ.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable PG, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 20°C)

**Anexo BK.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable ND, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 20°C)

**Anexo BL.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable VG, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 20°C)

**Anexo BM.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

**Anexo BN.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

**Anexo BÑ.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

**Anexo BO.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo BP.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo BQ.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

**Anexo BR.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo BS.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo BT.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

**Anexo BU.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 4°C)

**Anexo BV.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 4°C)

**Anexo BW.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 4°C)

**Anexo BX.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 12°C)

**Anexo BY.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 12°C)

**Anexo BZ.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 12°C)

**Anexo CA.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 20°C)

**Anexo CB.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 20°C)

**Anexo CC.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 20°C)

## GLOSARIO

**AUTOOXIDACIÓN DE LÍPIDOS:** corresponde a la producción de radicales libres por la acción de la luz u otra forma de radiación sobre lípidos insaturados. La combinación de los radicales libres con oxígeno genera hidroperóxidos los cuales pueden participar en la inactivación de enzimas, desnaturalización de proteínas y ruptura de ácidos nucleicos

**CALIDAD DE LA SEMILLA:** término general que puede referirse a la pureza, a la capacidad de germinación o al vigor de un lote de semilla.

**CAPACIDAD DE GERMINACIÓN:** proporción de una muestra de semillas que ha germinado normalmente en un determinado período de ensayo; suele expresarse como porcentaje. Sinónimo: porcentaje de germinación..

**COTILEDÓN:** hoja u hojas modificadas del embrión, que pueden contener las reservas de nutrientes de la semilla (= hoja de la semilla). Los cotiledones se forman en el primer nudo o en el extremo superior del hipocótilo.

**EMBRIONES:** organismo inmaduro y no autónomo que se forma a partir del cigoto por división y diferenciación celulares; la planta rudimentaria contenida en la semilla.

**ENERGÍA GERMINATIVA:** proporción de germinación que se produce hasta el momento de germinación máxima, o hasta el momento de máxima tasa de germinación, o hasta algún otro momento determinado previamente.

**ESCARIFICACIÓN:** perforación de la cubierta seminal, generalmente por abrasión mecánica o mediante un breve tratamiento químico en un ácido fuerte, para incrementar la permeabilidad de la semilla al agua y los gases, o para reducir su resistencia mecánica.

**FRUTOS DEHISCENTES:** son aquellos que al llegar a la madurez, se abren para descargar su contenido; por ejemplo, en una cápsula que suelta sus semillas.

**FRUTOS INDEHISCENTES:** son frutos que normalmente no se abren al madurar.

**FUENTES SEMILLERAS:** cualquier individuo o área de la cual se obtiene semilla.

**IMBIBICIÓN:** mecanismo de la absorción inicial de agua por la semilla; absorción de un fluido por un sistema coloidal.

**ISTA:** International Rules for Seed Testing Association (Asociación Internacional para el Análisis de Semilla)

**LATENCIA:** estado fisiológico en el que una semilla predispuesta a germinar no lo hace, ni siquiera en presencia de condiciones externas favorables.

**MADUREZ FISIOLÓGICA:** término general que describe la fase del ciclo vital de una semilla en la que el desarrollo es completo y los componentes bioquímicos necesarios para todos los procesos fisiológicos están activos o a punto de activarse.

**SEMILLAS ORTODOXAS:** se aplica a las especies cuyas semillas pueden desecarse hasta que tienen un contenido de humedad de alrededor del 5% y pueden almacenarse satisfactoriamente durante largos períodos a temperaturas bajas o inferiores a 0°C, sin que se afecte su viabilidad.

**SEMILLAS RECALCITRANTES:** son especies cuyas semillas mueren si se las seca por debajo de un contenido de humedad relativamente alto (menor a 30%) y no pueden almacenarse satisfactoriamente durante largos períodos ya que pierden la viabilidad.

**VIABILIDAD:** en fisiología de semillas, la viabilidad es la medida de la capacidad de germinación.

**VIGOR:** propiedades de la semilla que determinan el potencial de emergencia y desarrollo rápidos y uniformes de plántulas normales bajo una amplia gama de condiciones sobre el terreno.

## RESUMEN

Se evaluaron tres temperaturas de almacenamiento (4°C, 12°C y ambiente), por un periodo de seis meses, en las semillas de *Alnus acuminata* spp. *acuminata* H.B.K. (aliso), *Cordia gerascanthus* L. Moldenke (Solera), *Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson. (Cedrillo), *Juglans neotropica* (Diels) (Cedro negro), *Quercus humboldtii* Bonpland (roble), *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (Chaquiro), *Prunus integrifolia* (Presl) Walpers (Trapiche). La recolección de las semillas para realizar la investigación, se realizó en las fuentes semilleras, identificadas por el proyecto forestal de Cenicafé. La colecta en cada fuente semillera se llevó a cabo con un equipo de escalado tradicional.

Una vez transportados los frutos a las instalaciones de Cenicafé se iniciaron las pruebas físicas como pureza, análisis de peso (número de semillas por Kg.) y contenido de humedad, el cual fue el parámetro más importante para el almacenamiento. Los tratamientos de almacenamiento consistieron en agrupar las semillas en rangos de contenido de humedad preestablecidos, posteriormente se almacenaron en distintos empaques herméticos de acuerdo a cada rango y finalmente se dispusieron en los cuartos fríos y en una bodega para evaluar las distintas temperaturas.

Al inicio, al tercer y sexto mes se evaluó el porcentaje de germinación, el vigor germinativo, el número de días en alcanzar el máximo de germinación total y la tinción de las semillas vivas a través de la prueba de tetrazolio. Antes de realizar las pruebas de germinación en cada periodo de evaluación, se aplicaron dos manejos pregerminativos (tratamientos pregerminativos), por cada especie.

Los resultados por especie, temperatura de almacenamiento y manejo pregerminativo se evaluaron a través del promedio y variación de las variables de respuesta, además se determinó el comportamiento a través del tiempo de almacenamiento evaluando la tendencia lineal y cuadrática según prueba F al 5% y por cada especie y manejo pregerminativo se compararon las temperaturas de almacenamiento con los promedios de las variables de respuesta utilizando la prueba Duncan al 5 %.

Los resultados hasta los seis meses de almacenamiento, mostraron que en las semillas de aliso, solera y cedrillo el porcentaje de germinación se mantiene constante hasta los seis meses de conservación en la temperatura de 12°C y además el manejo pregerminativo aplicado incidió en el vigor germinativo de la semilla, destacándose que el aliso no requiere de ningún manejo pregerminativo, mientras que solera obtiene un mayor vigor germinativo cuando la semilla es sumergida en agua (T° ambiente). Las semillas de cedrillo aumentan su vigor germinativo cuando se emplea la escarificación.

Las semillas de cedro negro conservaron los porcentajes de germinación hasta los seis meses de almacenamiento a una temperatura de 4°C, además aumentaron su velocidad de germinación cuando fueron escarificadas antes de la siembra. Las semillas de roble presentaron dificultad para almacenarlas, por tal motivo se deben germinar inmediatamente después de la colecta.

Las semillas de chaquiro se conservaron adecuadamente a una temperatura de 12°C, y fueron muy propensas a ganar humedad en el almacenamiento debido a que los empaques utilizados no fueron totalmente herméticos.

Las semillas de trapiche no mostraron resultados de viabilidad y germinación hasta los seis meses de almacenamiento, ya que el alto contenido de humedad (mayor a 43%) y las temperaturas a 12°C y 20°C (ambientales), favorecieron el ataque de hongos y bacterias que causaron daños graves a los embriones.

**Palabras claves:** recolección, temperaturas de almacenamiento, contenido de humedad de semillas, especies, manejo pregerminativo, prueba de tetrazolio, porcentaje de germinación, vigor germinativo.

## ABSTRACT

Seeds of *Alnus acuminata* spp. *acuminata* H.B.K. (Aliso), *Cordia gerascanthus* L. Moldenke (Solera), *Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson. (Cedrillo), *Juglans neotropica* (Diels) (Cedro negro), *Quercus humboldtii* Bonpland (Roble), *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (Chaquiro) and, *Prunus integrifolia* (Presl) Walpers (Trapiche) were stored in cold room and warehouse at three temperatures (4°C, 12°C and room temperature) during six months, to evaluate the seed quality after that period. Seed collection was done in previously identified sources, using a traditional climbing equipment.

Tests of purity, weight analysis (seed number/kg) and moisture content of the seeds were carried out at the National Coffee Research Center – CENICAFÉ, in Chinchiná, Caldas, Colombia. For the storage treatments, the seeds were grouped by moisture level and packaged in different hermetic packages, according to moisture level and, finally, stored.

The information of germination percentage, germination vigor, days to reach total germination and seed staining for tetrazolium test, was recorded in months 1, 3 and 6. Two pregermination treatments were applied to each species before germination tests in each evaluation period.

Data collected for each species, storage temperature, and pregermination treatment, was evaluated by the average and variation of answer variables. The storage behavior through time was also determined, by the evaluation of the linear and quadratic trends according to F test at 5% level. For each species and pregermination treatment, the storage temperature was compared with the average of answer variables using Duncan test at 5%.

The results until 6<sup>th</sup> month of storage showed that in aliso, solera and cedrillo seeds the germination percentage was constant for storage at 12°C. The pregermination treatment affected the seed germination vigor. Aliso did not require pregermination treatment whereas solera showed a better germination vigor after water submersion. Cedrillo seeds improved germination vigor with scarification.

Cedro Negro seeds keep their germination percentages up to six months at a storage temperature of 4°C and also speed up germination when scarified before planting. Roble seeds showed to be difficult to storage and it is recommended to begin the germination process after seed collection.

Chaquiro seeds are well preserved under a 12°C temperature and tend to gain moisture when packages are not totally hermetic.

Trapiche seeds did not show viability and germination results until six months of storage, because high moisture content (> 43%) and temperature (between 12 and 20°C), make them susceptible to embryo damage caused by fungi and bacteria.

**Key words:** seed collection, storage temperature, moisture content, species, pregermination treatment, tetrazolium test, germination percentage, germination vigor.

## INTRODUCCIÓN

SITEP, menciona que “la reforestación en Colombia con especies nativas ha sido aproximadamente de 8.8%, del total plantado en el país, por lo tanto, casi un 91% se ha sembrado con especies introducidas”<sup>1</sup>. Según Madrigal, “el 67% corresponden a diferentes especies de pinos”<sup>2</sup>. Infortunadamente las especies nativas tropicales de nuestro país, no cuentan con una tecnología adecuada que, en cierta medida, fomente el uso de estas especies.

Trabajos realizados por el desaparecido INDERENA y CONIF, se basaron principalmente en el comportamiento de las semillas forestales nativas en vivero, con diferentes sustratos y algunos tratamientos pregerminativos para eliminar la latencia de algunas semillas, con miras a disponer de material vegetal de calidad y en número suficiente para la ejecución de proyectos de reforestación; dicha información en algunos casos no es confiable por que no es parte de investigaciones si no de observaciones o simplemente de estudios aislados que no garantizan el buen manejo de las especies forestales nativas.

Entre los aspectos más importantes para el estudio de las semillas forestales nativas se encuentra la conservación de la viabilidad y del vigor, donde se debe tener en cuenta el estado de maduración de los frutos antes de ser recolectados, el contenido de humedad (de frutos y semillas), los procesos de secado, la temperatura y empaques de almacenamiento, ya que de esto depende la conservación de la viabilidad de la semilla por periodos de tiempo prolongados. Desafortunadamente en Colombia son mínimas las investigaciones realizadas para nuestras especies forestales.

---

<sup>1</sup> SISTEMAS TECNICO ESTADISTICO PARA PLANTACIONES FORESTALES INDUSTRIALES EN COLOMBIA. Bogotá: Programa para el manejo de los recursos naturales. Boletín SITEP Vol. 3, No. 5 (1999); p.4-5.

<sup>2</sup> MADRIGAL, Alejandro. Insectos forestales en Colombia: Biología, hábitos, ecología y manejo. Medellín: Marín Vieco, 2003. 848 p.

CENICAFÉ, señala, que “la heterogeneidad de las semillas forestales no permite homologar una misma técnica de almacenamiento; mientras que muchas de estas demuestran buen comportamiento en el almacenaje, otras por el contrario se deterioran rápidamente bajo las mismas condiciones”<sup>3</sup>.

Este deterioro en el almacenamiento depende en gran medida de la capacidad de desecación, ya que algunas especies como las ortodoxas soportan bajos contenido de humedad (5 a 10%), son de fácil almacenamiento y conservan la viabilidad por periodos prolongados. Por el contrario otras necesitan altos contenidos de humedad (35 a 45%), para mantener la viabilidad en condiciones de almacenado; a este último grupo se le conoce como recalcitrante y son semillas de germinación inmediata y en almacenamiento de corta vida, después de haberse dispersado del árbol madre. El conocer esta capacidad de desecación en las semillas forestales, permitirá determinar las mejores condiciones de almacenamiento ya sea en temperatura, como en empaques.

De esta manera, algunas instituciones como CONIF, Corporaciones regionales y Universidades han iniciado investigaciones con especies forestales nativas en recolección, propagación y manejo en plantaciones, con miras de fomentar su uso intensivo, con resultados claros y confiables que garanticen la credibilidad de los productores y de las empresas reforestadoras.

Por esto, se planteó el trabajo de investigación “Determinación de la conservación en calidad de la semilla de 7 especies forestales nativas” *Alnus acuminata* (aliso), *Prunus integrifolia* (Trapiche), *Guarea guidonia* (Cedrillo), *Juglans neotropica* (Cedro negro), *Quercus humboldtii* (Roble), *Retrophyllum rospigliosii* (Chaquiro) y *Cordia gerascanthus* (solera), bajo condiciones de almacenamiento. Estas especies son de alta importancia ecológica y económica, ya que pueden ser una alternativa para la ejecución de proyectos forestales y para productores dedicados a la propagación de especies en vivero.

De acuerdo a lo anterior se planteó como objetivo evaluar los tiempos de almacenamiento en la conservación de la calidad de semillas de siete especies forestales nativas, almacenadas a 4°C, 12°C y ambiente por un periodo mínimo de 6 meses.

---

<sup>3</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ. Colombia. Ficha técnica para la recolección y almacenamiento de frutos y semillas. Chinchiná: Cenicafé, 2002.

# 1 REVISIÓN DE LITERATURA

## 1.1 LA SEMILLA

Correa, afirma “que desde el punto de vista botánico se considera que la semilla es el óvulo fecundado y maduro”<sup>4</sup>. Trujillo, de una forma más general dice que “es el medio principal para perpetuar de generación en generación la mayoría de las plantas (algunas, se regeneran vegetativamente) y gran parte de las leñosas, ya que algunas especies su propagación se realiza por estacas, acodos entre otros”<sup>5</sup>.

Trujillo<sup>6</sup>, clasifica las semillas según su reproducción al grupo de las espermatófitas (reproducción sexual) que a la vez se clasifican en 2 grupos principales de acuerdo con la ubicación de la semilla: Gimnospermas, cuya característica principal es presentar óvulos no encerrados en el pistilo de la flor (“semilla desnuda”) un ejemplo es la familia Pinaceae con el genero (*Albis pinsapo*) y el genero Pinus (*Pinus radiata*, *Pinus patula*) y angiospermas, que presentan la semilla encerrada en una estructura llamada ovario, la cual se desarrolla posteriormente en un fruto (“semilla encerrada”) como la familia Boraginaceae (*Cordia alliodora*).

Correa, menciona que:

Las partes fundamentales de la semilla son los tegumentos; que protegen el interior contra impactos, regulan la entrada de agua durante la germinación (hidratación) al igual que la difusión de gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, vapor de H<sub>2</sub>O) del exterior hacia el interior de la semilla y viceversa. Materiales de reserva, que se dividen en cotiledón(es), los cuales son la parte viva del embrión, con capacidad de dividirse y generar nuevas células y tejidos con funciones de almacenaje de nutrientes.

---

<sup>4</sup> CORREA, Jairo. Fisiología de semillas y plántulas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002. 153 p.

<sup>5</sup> TRUJILLO, Enrique. Almacenamiento, principios y procesamientos. En: Seminario Nacional. Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales. Montería: Colombia, 22 – 24 de mayo de 1996. Conferencias. Bogotá, CONIF, 1996. p. 23 - 35.

<sup>6</sup> Ibid., p. 11.

El endospermo, es el principal tejido de soporte de muchas semillas y el eje embrionario, el cual se encarga de iniciar la división celular y el crecimiento durante la germinación, en forma bidireccional, para originar la radícula y la plúmula en la plántula, y posteriormente la raíz y el tallo en la nueva planta<sup>7</sup>.

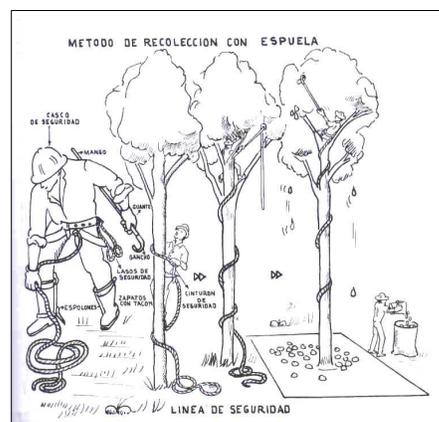
## 1.2 RECOLECCIÓN DE LA SEMILLA

Trujillo, hace referencia a que:

La obtención de la semilla requiere una planificación muy detallada, cuidando de los aspectos que influyen en su calidad física y en su calidad genética, ello depende en buena medida de una correcta elección de árboles o rodales de colecta. Dentro de los métodos que se utilizan para la recolección de la semilla se encuentran:

- Método de las espuelas: es una de las técnicas más exitosas, consiste en la utilización de espolones de hierro forjado, sujetos mediante correas bien ajustadas a las botas del operario; el espolón termina en una punta firme cuya longitud es variable; la técnica tiene como complemento, un cinturón de seguridad el cual lleva dos cuerdas cortas, fáciles de maniobrar y una línea de seguridad de 100 metros. Una vez el operario se ubica en la copa, comienza el proceso de recolección de los frutos, mediante el uso de tijeras o elementos de extensión y corte. (figura 1).

**Figura 1. Método de recolección de espuelas (Fuente: Trujillo, 1989)**



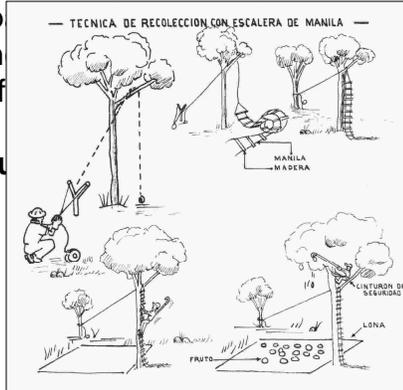
- Método de la escalera: es un sistema muy práctico en bosques heterogéneos, compuestos por árboles con diámetro superior a 40 cm y de considerable altura. El equipo está compuesto de: cuerda de nylon, una

<sup>7</sup> CORREA, Op. cit., p. 153.

esfera de plomo perforada, una horqueta o cauchera, un juego de manilas cuya longitud sea por lo menos el doble de altura de los árboles elegidos

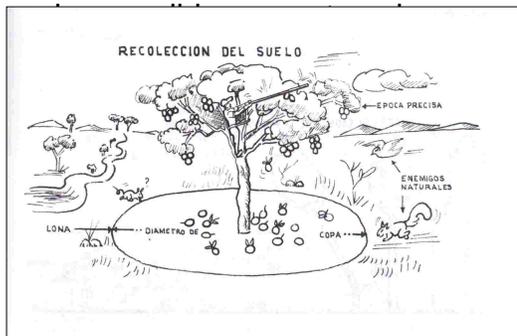
de fibra (el tamaño corriente es de 60 m), polietileno para evitar que las pudra el agua.

Figura



de la escalera (Fuente: Trujillo, 1989)

□ **Recolección del suelo:** es utilizado para especies cuyos frutos, normalmente caen de la copa al suelo y allí se efectúa el proceso de cosechado. Para efectuar este tipo de recolección, debe conocerse exactamente la época de maduración y caída de los frutos, ya que una vez



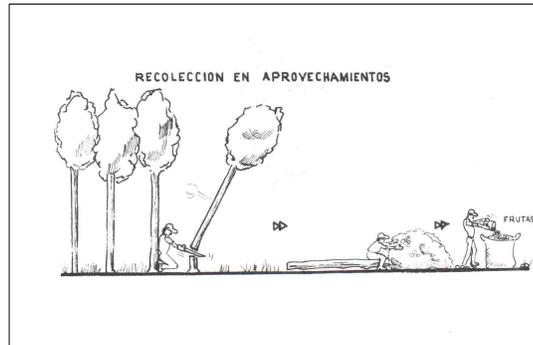
caerán por los alrededores u otros mamíferos y al quedar por un tiempo en el suelo, son susceptibles al ataque de hongos o bacterias que pueden dañarlos (ver figura 3).

del suelo (Fuente: Trujillo, 1989)

□ **Recolección en aprovechamiento:** consiste en cortar los árboles con frutos y cosecharlos cuando el árbol se encuentre en el suelo. El método permite obtener la totalidad de los frutos, lo cual no es posible en los árboles de pie. Este método solo es usado cuando se va a realizar el

aprovechamiento de la plantación y en el momento que exista semilla en el árbol<sup>8</sup>. (figura 4).

**Figura 4. Método de recolección en aprovechamiento (Fuente: Trujillo, 1989)**



### 1.3 MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS

Para el manejo y procesamiento de la semilla se debe conocer el tipo de fruto ya sea de tipo dehiscente o indehiscente.

Trujillo<sup>9</sup>, alude que esta clasificación de frutos es más conveniente agruparla por el sistema de manejo, ya sea en conos (infructescencias de las coníferas), frutos secos y frutos carnosos.

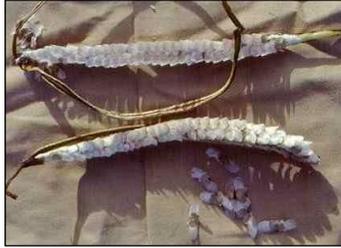
□ CORANTIOQUIA<sup>10</sup>, cita que los frutos secos dehiscentes (figura 5), son frutos usualmente fibrosos o leñosos que después del proceso de secado se abren fácilmente liberando las semillas. Técnicamente se clasifican en cápsula, legumbre y folículo. Algunas especies forestales que poseen este tipo de fruto son cedro de altura (*Cedrela montana*), cedrillo (*Guarea guidonia*) y ceiba de tierra fría (*Spirotheca rhodostyla*).

<sup>8</sup> TRUJILLO, Op. cit., p.11.

<sup>9</sup> TRUJILLO, Enrique. Fundamentos del procesamiento de semillas forestales. En: Seminario Nacional. Recolección y Procesamiento de Semilla Forestales. Montería, Mayo 22 – 24, 1996. Conferencias. Santafé de Bogotá: CONIF, 1996. p. 11 - 17.

<sup>10</sup> CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA. Colombia. Cartilla para el manejo de semillas forestales. Medellín: Corantioquia, 2001. 24 p.

**Figura 5. Frutos secos dehiscentes de *Tabebuia rosea* – Guayacán rosado**



- CORANTIOQUIA<sup>11</sup>, menciona que los frutos secos indehiscentes (figura 6), cuando maduran no se abren, por tanto para liberar la semilla es necesario utilizar variados métodos e implementos entre los que se encuentran martillos, tijeras de podar y machetes. Se clasifican técnicamente en aquenio (*Cordia alliodora*), nuez (*Quercus humboldtii*), y sámara (*Triplaris guayaquilensis*).

**Figura 6. Frutos secos indehiscentes de *Enterolobium cyclocarpum* - Piñón de oreja**



- Trujillo<sup>12</sup>, cita que los frutos carnosos requieren para la extracción de sus semillas de un proceso de despulpado.

CORANTIOQUIA<sup>13</sup>, reporta que los frutos carnosos (figura 7) son muy diversos; sin embargo, en los árboles y arbustos predominan tres tipos básicos conocidos como drupas, bayas y pomos. Algunos ejemplos de especies con frutos carnosos son Cedro negro (*Juglans neotropica*) y Barcino (*Calophyllum* spp).

<sup>11</sup> CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA, Op. cit., p 24.

<sup>12</sup> TRUJILLO, Enrique. Fundamentos del procesamiento de semillas forestales, Op.cit., p.15.

<sup>13</sup> CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA, Op. cit., p 24.

**Figura 7. Frutos carnosos de *Juglans neotropica* – Cedro negro**



#### **1.4 COSECHA DE FRUTOS**

CORANTIOQUIA, indica que “La recolección de frutos es una actividad muy importante en la cual se debe tener el mayor cuidado, ya que de ella depende en gran medida la calidad final de las semillas”<sup>14</sup>.

Trujillo, se refiere a la clasificación de los frutos los cuales puede ser:

- Frutos secos indehiscentes: corresponde a las especies *Cordia alliodora*, *Cordia gerascathus*, *Schizolobium parahyba*, *Quercus humboldtii* y *Centrolobium paraense*; la cosecha para estas especies se realizará directamente del árbol o recién caídos al suelo, para evitar ataques de hongos. Los frutos se recolectan una vez garantizada la madurez del fruto o en estado inmaduro si se trata de frutos climatéricos.
- Frutos secos dehiscentes: corresponden a las especies *Alnus acuminata*, *Cedrela odorata*, *Cedrela montana*, *Alnus jorullensis*, *Jacaranda copaia* y *Tabebuia rosea*. Para estas especies su recolección se realizará del árbol una vez garantizada la madurez y siempre antes de presentar la dehiscencia. El mejor indicio de este estado es la apertura de los primeros frutos.
- Frutos carnosos indehiscentes: corresponde a las especies *Juglans neotropica* y *Vitex cymosa*. Preferiblemente los frutos se recolectarán del árbol una vez se garantice la madurez; para *Juglans neotropica* el fruto presenta tonalidades marrón oscura simultáneamente en todo el árbol y para *Vitex cymosa* un color negro violáceo. Si es necesario recoger frutos del suelo, se hace antes que inicien los procesos de descomposición<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA, Op. cit., p 24.

<sup>15</sup> TRUJILLO, Enrique. Fundamentos del procesamiento de semillas forestales, Op. cit., p.15.

## 1.5 SECADO DE FRUTOS Y EXTRACCIÓN DE SEMILLAS

CORANTIOQUIA, reporta que:

Una vez colectados los frutos, se debe proceder a la extracción de la semilla dependiendo de la clasificación. El secado es necesario para muchas especies arbóreas, debe hacerse imitando el proceso de secado natural, de manera que los frutos liberen humedad progresivamente, exceptuando las especies con semillas recalcitrantes, los cuales requieren mayor contenido de humedad para su conservación y almacenamiento<sup>16</sup>.

□ CENICAFÉ<sup>17</sup>, menciona que en frutos secos indehiscentes, en pruebas realizadas para algunas especies como *Schizolobium parahyba* y *Centrolobium paraense*, en las cuales se efectuó un presecado al sol por espacio de 24 a 36 horas, se produjo la apertura de los frutos. De igual forma para extracción de semillas de *Schizolobium parahyba* se hace necesario remover los restos de tegumentos que recubren la semilla.

Trujillo<sup>18</sup>, señala que las especies como *Cordia alliodora* y *Cordia gerascanthus* se colocan a la sombra garantizando la circulación de aire. Para lograr un secado uniforme se recomienda revolver periódicamente los frutos, retirando los restos como corola y filamentos. Para *Quercus humboldtii* de igual manera se llevará a un cuarto con sombra hasta que se desprenda la cúpula.

□ Trujillo<sup>19</sup>, cita que para los frutos secos dehiscentes se hace necesario colocarlos a la sombra, garantizando la circulación del aire, hasta que estos abran y liberen las semillas. La extracción se termina manualmente abriendo sus estructuras.

□ Trujillo<sup>20</sup>, alude que los frutos carnosos indehiscentes como el caso de la especie *Juglans neotropica*, se sumerge en agua por 72 horas hasta que la pulpa se ablande y pueda ser liberada manualmente; la extracción se logra retirando totalmente la pulpa. Para *Vitex cooperii* se deben colocar a la sombra hasta que la pulpa se seque y sea de fácil remoción; la extracción se logra retirando totalmente la pulpa.

---

<sup>16</sup> CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA, Op. cit., p 24.

<sup>17</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ. Colombia, Ficha técnica para la recolección y almacenamiento de frutos y semillas, Op. cit.

<sup>18</sup> TRUJILLO, Fundamentos del procesamiento de semillas forestales, Op. Cit., p.15.

<sup>19</sup> Ibid., p.15.

<sup>20</sup> Ibid., p.15.

## 1.6 CALIDAD DE LA SEMILLA

Trujillo, hace referencia a que “por ser seres vivos y en actividad, las semillas pueden perder su facultad germinativa, por ello es indispensable conocer algunas técnicas para evaluar aspectos físicos de interés como la pureza, el peso y contenido de humedad”<sup>21</sup>.

Estos análisis permitirán conocer en cierta medida la calidad de un lote de semilla.

### 1.6.1 Pureza. Como lo expresa Trujillo:

Es la mezcla normal de semillas puras con impurezas, como pueden ser polvos, ramas, hojas, semillas de otras especies o en general todo aquello que no sea la semilla pura; la pureza normalmente se expresa en porcentaje<sup>22</sup>. Para la determinación de este parámetro se tendrá en cuenta la formula señalada por este mismo autor, la cual será detallada en la metodología

### 1.6.2 Análisis de peso. Patiño, *et al* hace referencia a que:

Conocer el número de unidades presentes en un kilogramo (Semillas por Kg) permite contar con la información necesaria para planear en forma adecuada las cantidades en peso de semilla que se requieren para cualquier proyecto forestal. La diversidad de tamaños en las semillas forestales dentro de un mismo género y aun dentro de una misma especie, dificulta el conteo directo, por lo cual las normas internacionales recomiendan metodologías prácticas, que si no dan un número exacto, si permiten obtener, a través de varias determinaciones, un promedio de unidades por kilogramo muy cercano a la realidad<sup>23</sup>.

Para la determinación de este parámetro se tendrá en cuenta la formula propuesta por Trujillo<sup>24</sup>, la cual se detalla mas adelante en la metodología.

**1.6.3 Contenido de humedad (CH).** Niembro, menciona que “el contenido de humedad es uno de los factores más importantes que controla la viabilidad de las semillas durante su almacenamiento, dado que determina su tasa de

---

<sup>21</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Op. Cit., 151.

<sup>22</sup> Ibid., p. 151.

<sup>23</sup> PATIÑO, Fernando.; GARZA, Pilar de la.; VILLAGOMEZ, Yolanda; TALAVERA, Ildefonso; CAMACHO, Francisco. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1985. p. 116 – 158. (Boletín Divulgativo N° 63).

<sup>24</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Op. Cit., 151.

respiración”<sup>25</sup>. Según Patiño, *et al*, “el conocer este valor permite determinar el almacenamiento de las semillas, particularmente para aquellas que se almacenan durante largos periodos y a temperaturas por encima del punto de congelación”<sup>26</sup>.

De igual, forma para la determinación de este parámetro se utilizará la formula propuesta por Trujillo<sup>27</sup>, y se detallará en la metodología.

## 1.7 LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS

Trujillo, clasifica las semillas según su capacidad y el grado de desecación para almacenamiento, en cuatro grupos así:

- Semillas ortodoxas típicas: estas son tolerantes a la desecación, pueden llevarse a un 5 a 10% de contenido de humedad, con temperaturas de conservación cercanas al congelamiento, son fáciles de almacenar y resisten períodos largos de almacenamiento. Un ejemplo de estas especies es *Alnus acuminata* (Aliso y/o Cerezo).
- Semillas subortodoxas: estas requieren las mismas condiciones de almacenamiento de las semillas ortodoxas típicas, sólo que su periodo de almacenamiento debe ser corto, de 1 a 2 meses, debido a los altos contenidos de lípidos y la testa delgada. Un ejemplo es *Tabebuia rosea* (Guayacan rosado).
- Semillas recalcitrantes templadas: son semillas intolerantes a la desecación, que no pueden ser llevadas por debajo de los 20-30% de contenido de humedad, aunque si soportan bajas temperaturas (menores a 0C°). No pueden ser almacenadas en bolsas plásticas, ya que requieren intercambio gaseoso. Un ejemplo *Juglans nigra*, *Quercus suber*.
- Recalcitrantes tropicales: tienen los mismos requerimientos que las semillas recalcitrantes templadas, pero son muy sensitivas al almacenaje a bajas temperaturas, incluso dependiendo de la especie, estas no deben ser menores de 12-20°C, estas son las semillas de más difícil almacenamiento, aún para períodos cortos. Un ejemplo es *Retrophyllum rospigliosii* (Chaquiro)<sup>28</sup>.

---

<sup>25</sup> NIEMBRO, Semillas forestales. En DEPARTAMENTO DE BOSQUES UACH. (1979: Siguatepeque). Memorias de la II Convención Centroamericana de semillas forestales. Honduras. 1979. 86 p.

<sup>26</sup> PATIÑO, Op. Cit., p. 116.

<sup>27</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Op. Cit., p.151.

<sup>28</sup> TRUJILLO, Almacenamiento, principios y procesamientos, Op. Cit., p.23.

Chin<sup>29</sup>, afirma que el término de semillas ortodoxas se refiere a que para un almacenamiento exitoso estas deben ser desecadas a bajos contenidos de humedad (6 a 10%), y conservadas a temperaturas bajas (cercanas al punto de congelamiento). Las semillas recalcitrantes, por el contrario, requieren de contenidos de humedad altos (mayores a 30%), y temperaturas mayores a los 12°C. En general, las semillas recalcitrantes y ortodoxas difieren tanto en su morfología como fisiología, al igual que en el almacenamiento, ya que para estas últimas es mucho más compleja la conservación y no se cuenta con una técnica definida.

### **1.7.1 Problemas del almacenamiento en semillas con alto contenido de humedad.** Según Bermúdez:

Normalmente las semillas de tipo ortodoxo, son almacenadas con contenidos entre 6 a 10% de humedad para que conserven su capacidad de germinación estando almacenadas.

En el almacenamiento por periodos superiores a un año, las altas temperaturas (mayor a 25°C), y la humedad mayor a 70%, incrementa la invasión de microorganismos e insectos en la semilla. (tabla1)

Los hongos pueden crecer sobre semillas con un contenido de humedad determinado, a una humedad relativa entre el 70 y 90%. Los géneros más representativos de hongos son, *Aspergillus* y *Penicillium*, los cuales se encuentran casi siempre ubicados sobre la materia orgánica en desecamiento. Estos organismos invaden semilla almacenada con alto contenido de humedad entre el 13 y 20% y de aceite entre, 10 y 19%, con una humedad relativa del 70 y 90%<sup>30</sup>.

---

<sup>29</sup> CHIN, H.F.; KRISHNAPILLAY, B. Seed moisture: recalcitrant vs orthodox seeds. Selangor : Universiti Pertanian Malaysia. 1989.

<sup>30</sup> BERMÚDEZ, Hilario. Interpretación del contenido de humedad, la composición química y el almacenamiento en el sostenimiento de la viabilidad y la germinación en semillas de *Tabebuia rosea* (Bertol D.C) y *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav) Oken. Bogotá, 1988. p. 9-15. Trabajo de grado (Ingeniero Forestal) Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Tabla 1. Porcentajes de humedad para el almacenamiento en semillas y el daño potencial**

Humedad	Daño Potencial en la semilla
Por debajo del 5%	Autooxidación de lípidos.
5 a 6%	Poco ideal para el almacenaje por posibles daños.
7 a 10%	Rango aceptable para almacenaje.
11 a 18%	Crecimiento de hongos e insectos. Los fungicidas pueden disminuir la germinación.
19 a 30%	Incremento del gradiente respiratorio. Hay descomposición de glucosa y proteína por incremento de la fermentación y la mayor actividad bacteriana.
> de 30%	Ocurre proceso de germinación.

Fuente: (Bermúdez, 1988).

- **Factores que afectan la calidad fisiológica de la semilla.** Quiros y Carrillo indican que:

Antes de mencionar los factores limitantes, se debe saber que la calidad fisiológica de la semilla es un conjunto de cualidades deseables que debe poseer la semilla, que permita un buen establecimiento del cultivo con plantas vigorosas y sanas. La capacidad de germinación y el vigor son las principales cualidades. Para entender mejor la calidad fisiológica de la semilla se mencionan otras características como:

- Velocidad de germinación.
- Uniformidad de germinación, emergencia y desarrollo de la planta bajo diferentes condiciones.
- Capacidad para emerger en suelos con problemas de preparación, con altos contenidos de humedad y con patógenos.
- Desarrollo morfológico normal de plántulas.
- Capacidad de almacenamiento de la semilla bajo condiciones óptimas y adversas<sup>31</sup>.

Correa, cita que “para las semillas en general cabe formular la siguiente pregunta ¿Porqué estas pierden la viabilidad o capacidad de germinar?”<sup>32</sup>.

Popingis, indica que:

La calidad fisiológica de la semilla puede ser afectada por diversos factores, entre los cuales se tienen:

<sup>31</sup> QUIRÓS, Walter ; CARRILLO, Orlando. La importancia del insumo semilla de buena calidad. [En línea] [San José: Costa Rica] Oficina Nacional de Semillas. [Citado 3 Agosto 2005]. Disponible en Internet <http://www.infoagro.go.cr/ofinase/publicaciones/CALIDAD.doc>.

<sup>32</sup> CORREA, Op. Cit., p 153.

□ **Factores genéticos:** diferentes variedades de una misma especie pueden presentar mayor o menor vigor y longevidad.

□ **Daños durante el desarrollo de la semilla:** la semilla logra su madurez fisiológica (máximo vigor y máxima germinación), cuando alcanza el máximo contenido de materia seca. Durante el periodo que va de la fertilización del óvulo, hasta el punto de maduración fisiológica, los daños sufridos por la semilla pueden predisponerla a un deterioro más rápido.

□ **Grado de madurez:** el grado de madurez por lo general afecta la calidad fisiológica de la semilla en algunas especies. Cuando se realiza la cosecha en la época adecuada existe la posibilidad de que una gran cantidad de semillas se encuentren con alta calidad fisiológica, aún así, también están acompañadas de semillas inmaduras y otras en avanzado estado de deterioro.

□ **Densidad de la semilla:** las semillas clasificadas en cuanto a su tamaño, se pueden separar de acuerdo a su densidad o gravedad específica. Dentro de un lote de tamaño homogéneo, las semillas de menor densidad normalmente presentan menor calidad fisiológica.

□ **Daños térmicos en el secado de la semilla:** la operación de secado puede ocasionar en la semilla una rápida pérdida de germinación y vigor durante el almacenamiento. Los principales factores que la afectan son la temperatura que la semilla alcanza y el tiempo de exposición a esta misma temperatura.

Las semillas más húmedas son más sensibles a la temperatura. Por eso, cuanto mayor su contenido de humedad, menor debe ser la temperatura empleada en el secado<sup>33</sup>.

Roberts, menciona que:

Todos los sistemas dentro de la semilla están involucrados, pues muchas enzimas y aparentemente todos los organelos son afectados, por esto no son muy claros los mecanismos y factores que causan la pérdida de viabilidad. De igual forma algunos procesos de deterioro se inician tan pronto como la semilla es recién formada, afectando su potencial de almacenamiento<sup>34</sup>.

---

<sup>33</sup> POPINGIS, Flávio. Fisiología da semente. Brasília: AGIPLAN, 1977. p 202-218.

<sup>34</sup> ROBERTS, E.H. Seed deterioration and loss of viability. En: Thomson, J.R. Advances in research and technology of seeds. Wageningen : Holanda, 1983. p 25-42.

Otras causas que originan el deterioro fisiológico de la semilla según Schmidt, son:

- ❑ Desnaturalización de las proteínas, pérdida de las estructuras de orden superior (secundaria, terciaria y cuaternaria).
- ❑ Cuando los metabolitos esenciales se agotan.
- ❑ Ataque de microorganismos<sup>35</sup>.

Roberts, alude que “el almacenamiento de las semillas independientemente de la humedad, la temperatura ambiente y del contenido de humedad interna de la semilla, causa un normal envejecimiento y pérdida del vigor a través del tiempo”<sup>36</sup>.

**1.7.2 Prueba básica para determinar la viabilidad de la semilla.** De acuerdo a Niembro:

La prueba de viabilidad es una determinación que permite conocer de manera relativamente rápida el potencial de germinación que puede contener un lote de semillas. Para el análisis se utiliza la prueba de tinción topográfica con sales de tetrazolio, recomendado por la ISTA (Asociación Internacional para el Análisis de Semilla); este es el método más comúnmente utilizado para determinar la viabilidad de una semilla. Antes de llevar a cabo esta prueba las semillas se remojan en agua por un día para que sus tejidos se hidraten completamente. Para la realización de la prueba es necesario partir longitudinalmente una muestra de semillas y después sumergirlas en una solución al 1.5% de sales de tetrazolio, esta prueba permitirá conocer de manera relativamente rápida (una hora a 40°C ó 24 horas a temperatura ambiente, y ambas bajo condiciones de oscuridad), el grado de tinción de los tejidos vitales de la semilla<sup>37</sup>.

Murcia, *et al*, describe la prueba “la cual consiste en la reducción del cloruro de trifenil-tetrazolio a formazán por enzimas respiratorias, proceso que ocurre dentro de las células. El formazán (rojo) no es difusivo, por lo tanto, hay una marcación nítida entre el tejido que respira (viable) y el que no respira (no viable)”<sup>38</sup>.

---

<sup>35</sup> SCHMIDT, Lars. Guide to handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. [En línea]. [Humblebaek : Denmark] Danida, Jul. 2004. [Citado 27 Julio 2005]. Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. Disponible en Internet. [http://www.dfsc.dk/pdf/Handbook/chapter8\\_internet.pdf](http://www.dfsc.dk/pdf/Handbook/chapter8_internet.pdf).

<sup>36</sup> ROBERTS, E.H. Loss of seed viability during storage. En: Thomson, J.R. Advances in research and technology of seeds. Wageningen : Holanda, 1983. p 9-34.

<sup>37</sup> NIEMBRO, Semillas forestales, Op. Cit., p.86.

<sup>38</sup> MURCIA, M., WINGEYER, A.B., RAMOS, A., MONTERUBBIANESI, G., CARDINALI, F. Secuencia de deterioro de embriones de girasol (*Helianthus annuus* L.) durante el envejecimiento acelerado. [En línea] [Buenos aires : Argentina] Instituto Nacional de Tecnología Agraria, 2002. [Consultado el 19 Julio de 2005]. Disponible en Internet. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/oleag/girasol/murcia.htm>.

### 1.7.3 Empaques para el almacenamiento de la semilla. Popinigis, hace referencia a que:

La conservación de la calidad fisiológica de la semilla bajo determinadas condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa del aire está relacionada con el tipo de empaque empleado. Si las condiciones ambientales en que la semilla será conservada son de humedad relativa alta, la conservación prolongada solamente será posible a través del secado de la semilla, y manteniendo bajo su contenido de humedad a través de empaques impermeables.

Debido a la importancia de lo anterior en la conservación de la semilla, los empaques empleados en el almacenamiento se dividen en tres tipos.

- **Permeables:** permiten el cambio de humedad entre la semilla y el ambiente exterior del empaque. Es empleado en climas secos o cuando el periodo de conservación es corto (1 a 2 meses). En condiciones de clima templado la conservación de la calidad fisiológica de las semillas es satisfactoria. Cuando la semilla es almacenada en empaques permeables a la humedad, su contenido de humedad cambia con las variaciones de la humedad relativa del aire. Si se trata de un lote de alta humedad relativa del aire, la semilla aumenta su nivel de humedad. Esto causa una aceleración en los procesos de deterioro y la pérdida rápida de su calidad fisiológica. Algunos empaques permeables son: yute, algodón, papel, plástico y polietileno.
- **Semi permeables:** estos ofrecen alguna resistencia, sin embargo no impiden completamente el paso de la humedad. Aquí se encuentran empaques como plástico fino, papel tratado con asfalto y papel aluminio entre otros. Este tipo de empaques pueden ser usados cuando las condiciones no son demasiadas húmedas (60 - 70%). El periodo de almacenamiento no es prolongado (2 a 5 meses).
- **Impermeables:** este tipo de empaque elimina la influencia de la humedad del aire externo sobre la semilla, además de que no permite un equilibrio con la humedad del aire externo del empaque. En general las semillas dejan de sufrir variaciones en su contenido de humedad, hecho que favorece la conservación<sup>39</sup>.

Stubsgaard, menciona algunos de los empaques de almacenamiento en seco para semilla forestal que se utilizan para conservar la viabilidad y que deben ser con tapa hermética son:

---

<sup>39</sup> POPINGIS, Op. Cit., p. 202.

- ❑ Frascos de vidrio con empaque de caucho.
- ❑ Garrafa plástica.
- ❑ Tarro metálico.
- ❑ Caneca o tambor plástico.
- ❑ Botella de cuello ancho.
- ❑ Caja plástica.
- ❑ Bolsas plásticas de polietileno herméticamente selladas<sup>40</sup>.

## 1.8 GERMINACIÓN

Correa, señala que:

De acuerdo con las normas internacionales de la ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semilla), en un ensayo de laboratorio se entiende por germinación la emergencia y desarrollo a partir del embrión de todas aquellas estructuras esenciales, que indican la capacidad para desarrollarse en una planta normal, bajo condiciones favorables en el suelo. Sin embargo, otros autores reportan que es suficiente la aparición de la radícula para considerar la semilla como germinada<sup>41</sup>.

**1.8.1 Latencia y tratamientos pregerminativos.** El Instituto Nacional de Ecología, indica que:

Una semilla se encuentra en estado de latencia o letargo cuando, siendo viable, no germina, aun con condiciones adecuadas de agua, oxígeno y temperatura. La latencia ha sido considerada como un fenómeno ligado a la semilla desde el momento en que se separa de la planta madre, pero no siempre se genera antes que la semilla sea dispersada, sino que puede presentarse después de la dispersión, cuando las semillas se encuentran sometidas a condiciones desfavorables para la germinación.

Debido a estas modalidades la latencia ha sido clasificada en Innata, Inducida y Obligada.

❑ **Latencia innata o primaria:** se presenta desde el momento en que las semillas se separan de la planta madre, evitando la germinación por un tiempo de duración variable después que la cosecha se ha realizado. Generalmente, este tipo de latencia sólo desaparece cuando las semillas son expuestas a condiciones ambientales como sequedad o frío. Entre sus

<sup>40</sup> STUBSGAARD, Finn. Almacenamiento de semillas. En: JARA, Fernando. Secado, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales. Turrialba: CATIE, 1997. 139 p. (Serie Técnica. Manual técnico N°24).

<sup>41</sup> CORREA, Op. Cit., 153.

causas más frecuentes se encuentran: el desarrollo incompleto del embrión, la carencia de ciertas sustancias químicas en el interior de la semilla que promuevan la germinación y que no dependen de factores externos a ellas; la restricción física a la entrada de agua, gases, o al crecimiento del embrión, como es el caso de la presencia de testas duras o impermeables y la combinación de varias de estas causas. Esta latencia frecuentemente se presenta en semillas de especies de zonas templadas o áridas, donde es de vital importancia evadir el enfriamiento o desecamiento de la plántula en la época desfavorable.

□ **Latencia inducida o secundaria:** se desarrolla después de la dispersión o cosecha en semillas que originalmente no eran latentes o que ya habían salido, parcial o totalmente de la latencia primaria. Para que ocurra son determinantes las condiciones del medio que rodean a la semilla, pues aun en condiciones adecuadas de suplemento de agua, la germinación no se presenta debido a la presencia de algún factor externo que es desfavorable para la germinación y establecimiento de las plántulas. Una vez que se ha desarrollado permanece por largos periodos, incluso cuando los factores que la propiciaron hayan desaparecido. Entre las causas más importantes de latencia inducida se encuentran las altas temperaturas y el suplemento inadecuado de oxígeno.

□ **Latencia obligada:** es aquella que está determinada únicamente por la presencia de un factor en el medio que circunda a la semilla y que es completamente ajeno a ésta pero que impide su germinación. La germinación de la semilla se presenta en el momento en que los factores limitantes desaparezcan. Entre sus causas más importantes se encuentran los altos contenidos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), carencia de luz y fluctuaciones de temperatura<sup>42</sup>.

Ospina, *et al*, mencionan que debido a las anteriores condiciones y según la especie se requiere someter a la semilla a algún tratamiento pregerminativo entre los cuales están:

Osmoacondicionamiento (inmersión de las semillas en soluciones salinas de nitrato de potasio KNO<sub>3</sub>), estratificación (se cubren completamente con un sustrato húmedo), escarificación mecánica (consiste en despuntar las semillas, frotándolas por su parte prominente, con papel de lija o esmeril), escarificación mediante temperatura (exposición al sol durante 12 horas) y

---

<sup>42</sup> INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. Colecta, preservación, propagación y manejo de especies nativas. [En línea] [México DF]. [Citado el 29 mayo de 2004]. Disponible en Internet. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/21/colecta.html>.

sumergir las semillas en agua en diferentes periodos de tiempo (de 3 a 4 horas o en algunas especies de 3 a 4 días), dependiendo de la especie<sup>43</sup>.

### 1.8.2 Sustratos. Semillas del Caribe, señala que:

El sustrato es el material ó mezcla de suelo donde se va a sembrar la semilla. Puede afirmarse que casi cualquier material es potencialmente utilizable como medio de cultivo si se prepara adecuadamente para servir como tal y con un buen manejo. Este manejo atañe principalmente al régimen de irrigación y éste se encuentra incondicionalmente unido a las propiedades físicas de dicho medio, al funcionalismo hídrico de las plantas que se cultiven y a las condiciones climatológicas en las que se desarrollan<sup>44</sup>.

CENICAFÉ<sup>45</sup>, hace mención que los sustratos comúnmente utilizados son mezclas en diferentes proporciones de: tierra, arena, aserrín, pulpa de café, cascarilla de arroz, compost, estiércol vacuno, gallinaza, turba, entre otros.

## 1.9 DESCRIPCIÓN Y MANEJO DE SEMILLAS FORESTALES OBJETO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La literatura sobre almacenamiento de semilla forestal de especies nativas en Colombia es limitada y en algunos casos poco concluyentes, ya que mucha de esta información no están respaldadas por investigaciones, si no mas bien de observaciones y trabajos aislados. Para este estudio parte de la bibliografía tomada como referencia, son estudios realizados en otros países, con especies pertenecientes al mismo género, pero con condiciones ambientales diferentes y en algunos casos con clasificación diferente en subespecies.

### 1.9.1 Semillas ortodoxas.

□ ***Alnus acuminata* H.B.K. ssp. *acuminata* (Aliso).** Se conoce como Aliso o Cerezo, pertenece a la familia Betulacea. El rango altitudinal va desde los 1500 a 3800 m.s.n.m a lo largo de la cordillera Central y Oriental.

---

<sup>43</sup> OSPINA, Carlos. Mario.; HERNÁNDEZ, Raúl. Jaime.; GÓMEZ, Dina. Estela.; GIL, Zulma. N.; GODOY, José. Alexander; ARISTIZABAL, Fabio. Alonso; PATIÑO, José. Norbey. El cedro negro una especie promisoría de la zona cafetera. Boletín Técnico Cenicafe N°25:1-40. 2003.

<sup>44</sup> SEMILLAS DEL CARIBE. Manejo de vivero o almácigo. [En línea] [Guadalajara]. [Consultado el 29 mayo 2004]. Disponible en Internet. <http://www.semilladelcaribe.com.mx/paginas/5-2.htm>.

<sup>45</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ, Colombia. Archivos de bases de datos forestales. Chinchiná: Cenicafe, 2004.

**Figura 8. Semilla de *Alnus acuminata* H.B.K. ssp. *Acuminata* (aliso)**



Ospina, *et al*<sup>46</sup>, cita que los frutos están dispuestos en infrutescencias llamadas estróbilos en forma de conos o piñas, ovoides, muy pequeñas con un tamaño aproximado de 0.65 a 1.34 mm de largo.

CATIE, señala que para “la especie *Alnus acuminata* spp. *arguta* (Schlecht.), que se encuentra en Costa Rica, cada kilogramo de semilla seca contiene entre 800.000 y 4.500.000 semillas, con un porcentaje de pureza de 50 a 60%. La especie presenta una germinación epigea de 30 a 55%, la cual se inicia del quinto al décimo día después de la siembra y se prolonga hasta los 40 días”<sup>47</sup>.

Vallejo y Zapata<sup>48</sup>, menciona en general para *Alnus acuminata* que los estróbilos se recolectan cuando su color empieza a cambiar de verde a amarillo, y antes de que se oscurezcan e inicien la dehiscencia, con la cual se pierde gran parte de la semilla fértil. Una vez cosechadas las infrutescencias, se deben transportar en sacos o bolsas de papel que permitan una buena aireación. Los frutos se colocan sobre tela o papel y se secan a la sombra, en lugares bien ventilados pero protegidos del viento, durante 36 horas, y luego a pleno sol durante dos horas, hasta que los frutos inician la dehiscencia. Una vez abiertos, se sacuden para extraer el resto de semillas. Cuando la semilla es liberada, ésta se separa mediante tamices. Algunos autores recomiendan realizar la selección final por flotación (semilla vana), pero esta práctica no es necesaria si se colectan los frutos oportunamente.

<sup>46</sup> OSPINA, Carlos. Mario.; HERNÁNDEZ, Raúl. Jaime.; GÓMEZ, Dina. Estela.; GIL, Zulma. N.; GODOY, José. Alexander; ARISTIZABAL, Fabio. Alonso; PATIÑO, José. Norbey. El aliso o cerezo. Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana. Cenicafé, 2005.

<sup>47</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Costa Rica. *Alnus acuminata* spp/ *argutta*/ Schlecht Farlow. Turrialba: CATIE, 1997. 2p. (Nota Técnica sobre el Manejo de Semillas Forestales N°18).

<sup>48</sup> VALLEJO, Alvaro.; ZAPATA, Fredy. Trees, Árboles tropicales y subtropicales de uso múltiple. (Programa). Versión 1.09. Medellín: Agrosoft Ltda, 2001.

CATIE<sup>49</sup>, reporta estudios realizados para la especie *Alnus acuminata* spp. *arguta* (Schlecht.), en la cual menciona que la semilla debe ser almacenada en frascos de vidrio o en bolsas plásticas, herméticamente selladas y en cámara de refrigeración, preferiblemente a temperaturas entre 3 y 5°C. La semilla almacenada por un año en refrigeradoras comunes, pierde aproximadamente un 2% mensual del poder germinativo. Bajo almacenamiento a temperatura ambiente, se han reportado pérdidas en germinación de un 5.5% a un 10%, durante un periodo de 9 meses. Por sus características de almacenamiento y germinación se le considera una especie ortodoxa.

Vallejo y Zapata<sup>50</sup>, recomiendan hacer la recolección de árboles de 10 años de edad o más, debido a que los árboles más jóvenes producen semilla viable pero de menor tamaño, peso y poder germinativo. Una buena práctica para establecer la época de recolección, consiste en cortar algunos frutos longitudinalmente y observar las semillas. Cuando los embriones están blancos y las alas de las semillas presentan un color café, los frutos están listos para la cosecha.

□ ***Cordia gerascanthus* L Moldenke (Solera).** Vulgarmente es conocida la especie como Solera, pertenece a la familia Boraginaceae. Se ubica desde los 0 a 1800 m.s.n.m a lo largo de la cordillera Central, Oriental y en la Costa Colombiana.

**Figura 9. Semilla de *Cordia gerascanthus* L. Moldenke (solera)**



Niembro afirma que, “la semilla se desarrolla en el interior de drupas o nuececillas, ovoides lineal lanceoladas, cubierta seminal membranosa, delgada, lisa, de color castaño claro”<sup>51</sup>. CONIF, reporta que es “permeable, su tamaño aproximado es 1 cm de largo y unos 2.5 mm de ancho. Un kilogramo puede contener de 60.000 a

<sup>49</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, Op. Cit., p. 2.

<sup>50</sup> VALLEJO y. ZAPATA, Op. cit.

<sup>51</sup> NIEMBRO, Aníbal. Semillas de plantas leñosas. México: Editorial Limusa, 1989. 93 p.

72.000 semillas con una pureza de 99%, un contenido de humedad de 10 a 18% y una germinación inicial de 94%”<sup>52</sup>.

CONIF, señala que “el secado al ambiente es lento debido a su alto contenido de grasa y por lo tanto, esta labor se realiza gradualmente a temperaturas de 20°C a 25°C para llevar su contenido de humedad a 7% y almacenar por más de 14 meses a 4°C de temperatura en empaques de papel aluminio, selladas al calor”<sup>53</sup>.

CENICAFÉ<sup>54</sup>, indica que las semillas si se almacenan con contenidos de humedad superiores al 10% pierden su viabilidad, al igual que si permanecen por largo tiempo al ambiente. Un alto contenido de humedad inicial > 30%, es indicativo de inmadurez de la semilla.

CENICAFÉ<sup>55</sup>, señala que para el secado se colocan las semillas en cajas con la adecuación de una malla por debajo, que permita una buena circulación de aire. Las semillas deben agitarse constantemente para lograr un secado homogéneo.

□ ***Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson. (cedrillo).** En algunas zonas del eje cafetero se la llama vulgarmente como Cedrillo, mientras que en el oriente antioqueño es nombrada popularmente como Cartagueño, pertenece a la familia Meliaceae. Se encuentra desde los 0 a 1700 m.s.n.m, distribuido en las 3 cordilleras.

**Figura 10. Semilla de *Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson. (cedrillo)**



<sup>52</sup> CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL. Colombia. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales en Colombia. Bogotá: CONIF, 1990. 91 p. (Serie de Documentación N° 19).

<sup>53</sup> CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL, Op. cit., p 91.

<sup>54</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ. Archivos de base de datos forestales. Chinchiná: Cenicafé, 2001.

<sup>55</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ. Colombia. Archivos de base de datos forestales. Chinchiná: Cenicafé, 2000.

Niembro, cita que “la semilla se desarrolla en el interior de cápsulas, forma ovoide, coriácea, globulosas, ariladas”<sup>56</sup>. Son dehiscentes miden de 1 a 1.5 cm de diámetro, la testa es muy delgada y membranosa. CATIE, reporta que “un kilogramo puede contener alrededor de 2000 semillas, el contenido de humedad inicial es alto 36%; son consideradas semillas ortodoxas; el porcentaje de germinación varía de 40 a 58% con semilla fresca, se inicia de 30 a 47 días después de la siembra y finaliza de 60 a 97 días después”<sup>57</sup>.

CATIE<sup>58</sup>, indica que con el fin de acelerar el inicio de la germinación se han aplicado 2 tratamientos los cuales son: escarificación mecánica e hipoclorito de Sodio al 10%, con estos tratamientos la germinación se inicia de 10 a 15 días después.

El mismo autor reporta trabajos realizados con la especie existente en Costa Rica y para las condiciones de ese país, señalando que las semillas pueden ser almacenadas de 3 a 6 meses en condiciones ambientales y por un año en refrigeración en bolsas plásticas selladas; se recomienda su almacenamiento en cámaras frías con temperaturas entre 4 a 5°C y contenidos de humedad de 6 a 8%<sup>59</sup>.

□ ***Juglans neotropica* (Diels) (Cedro negro)**. En Colombia tiene diversos nombres comunes como Cedro negro, cedro grande, cedro nogal, nogal colombiano y nogal silvestre. Pertenece a la familia Juglandaceae. Está distribuido en el país desde los 1050 a 3000 m.s.n.m a lo largo de la cordillera Central y Oriental.

**Figura 11. Semilla de *Juglans neotropica* (Diels) (cedro negro)**



<sup>56</sup> NIEMBRO, Semillas de plantas leñosas, Op. cit., p.93.

<sup>57</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Costa Rica. *Guarea guara* (Jacq.) P. Willson. Turrialba: CATIE, 1998. 2p. (Nota Técnica sobre el Manejo de Semillas Forestales N°42).

<sup>58</sup> Ibid., p. 2.

<sup>59</sup> Ibid., p. 2.

Ospina, *et al*, la describe como “una nuez de color negro, en ocasiones blanca, sub-globosa, ligeramente globosa-deprimida o ampliamente oval, con un tamaño variable según el sitio de desarrollo, desde 2,8 a 4,7 cm de largo por 3,1 a 4,8 cm de diámetro”<sup>60</sup>. El Instituto de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente, menciona que “posee zanjas longitudinales en su testa, presenta una consistencia leñosa dura”<sup>61</sup>.

López<sup>62</sup>, cita que la cantidad de nueces por kilogramo varía de 50 a 200, el contenido de humedad inicial es cercano al 30%, pero a medida que la semilla continúa sus procesos respiratorios equilibra su contenido de humedad en un 19,03% aproximadamente. CATIE, señala que “el porcentaje de germinación en semillas frescas varía de 80 a 90%, la germinación es hipogea y se inicia de 25 a 35 días después de la siembra y finaliza de 40 a 45 días después”<sup>63</sup>.

El Instituto de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente, afirma que:

Dada la consistencia de la nuez, la viabilidad, se prolonga por varios meses si no ha sido atacada o alterada por hongos e insectos; sin embargo no debe almacenarse con humedades superiores al 15% y la temperatura más adecuada está entre 5 y 8°C; temperaturas mayores de 20°C reducen su porcentaje de germinación; se puede almacenar en bolsas, bandejas y canecas plásticas limpias y secas, conservándose por un periodo de 5 a 6 meses<sup>64</sup>.

CATIE, indica que “las semillas tienen un comportamiento ortodoxo; no se conocen muchos reportes de la viabilidad en condiciones de almacenamiento, aunque para semillas de *Juglans cinerea* almacenadas en recipientes herméticamente sellados, en cuarto frío a 3°C de temperatura, conservaron su viabilidad por cuatro a cinco años”<sup>65</sup>.

---

<sup>60</sup> OSPINA, El cedro negro una especie promisoría de la zona cafetera, Op. cit., p.35.

<sup>61</sup> INSTITUTO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE. Colombia. *Juglans neotropica*. Bogotá: INDERENA, 1990. 62 p.

<sup>62</sup> LOPEZ, Jaime. Tratamiento pregerminativos aplicados a las semillas de cedro negro (*Juglans neotropica*) para reducir su periodo de germinación. Medellín, 1997. 75 p. Trabajo de grado (Ingeniería Forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

<sup>63</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Costa Rica. *Juglans neotropica* Diels. Familia: Juglandaceae. Turrialba: CATIE, 1999. 2p. (Nota técnica sobre el manejo de semillas forestales N°82).

<sup>64</sup> INSTITUTO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE, Op. cit., p. 62.

<sup>65</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, Op. cit., p. 2.

Debido a la consistencia dura de la testa, se requiere someter a la semilla a algún tratamiento pregerminativo. A continuación se mencionan algunos de ellos según Ospina<sup>66</sup>, *et al*:

- Osmoacondicionamiento.
- Estratificación en sustrato húmedo (cuarzo).
- Escarificación mecánica.
- Escarificación mediante temperatura.

□ ***Quercus humboldtii* Bonpland (Roble).** Especie que pertenece a la familia Fagaceae y que popularmente se la nombra como Roble. Es de zonas altas desde los 1500 a 3200 m.s.n.m a lo largo de las 3 cordilleras.

**Figura 12. Semilla de *Quercus humboldtii* Bonpland (roble)**



De acuerdo a Niembro, “la semilla se desarrolla en el interior de una nuez con pericarpio leñoso o coriáceo e indehisciente”<sup>67</sup>, el tamaño de estas en la madurez varia de 2,0 – 4,0 cm por 2,0 – 2,5 cm (figura 12). Alegria y Semanate, reportan que “un kilogramo puede contener 210 semillas con un porcentaje de pureza del 95%. La viabilidad al ambiente es de 20 a 30 días; los promedios de germinación oscilan entre un 68% para semillas no escarificadas y sumergidas en agua”<sup>68</sup>.

Barreto y Herrera<sup>69</sup>, aluden que las semillas se dejan 4 días en agua a temperatura ambiente y se obtiene un porcentaje de germinación del 50% con un

<sup>66</sup> OSPINA, El cedro negro una especie promisoría de la zona cafetera, Op. cit.

<sup>67</sup> NIEMBRO, Semillas de plantas leñosas, Op. cit., p. 93.

<sup>68</sup> ALEGRIA, María del Mar.; SEMANATE, Ximena. Propagación sexual de roble (*Quercus humboldtii*) bajo diferentes condiciones ambientales. Cali: Smurfit cartón de Colombia, 1994. 5 p. (Informe de Investigación no 166).

<sup>69</sup> BARRETO, Gloria.; HERRERA, Juan David. El roble. Bogotá, INDERENA, 1992. 2 p. (Cartilla).

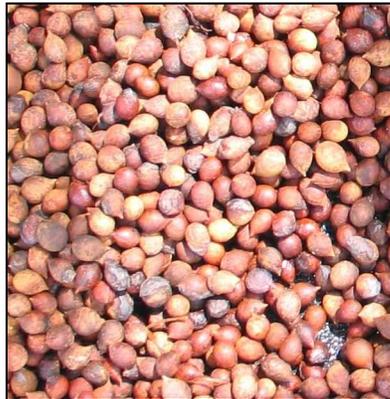
periodo de germinación de 2 meses. La semilla se debe almacenar con humedades menores de 12% y a 4°C.

CENICAFÉ<sup>70</sup>, hace mención a que el empaque después de la recolección en el árbol debe ser en bolsas de drill las cuales permiten un continuo intercambio gaseoso. En cuanto al control preventivo de las semillas se sumergen en una solución de Benlate (benomyl) al 0.3% y luego se presecan parcialmente a la sombra. El almacenamiento no es conveniente en bolsa de plástico.

### 1.9.2 Semillas recalcitrantes

□ ***Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (Chaquiroy).** Dentro de la familia de las Podocarpaceae el pino Romerón, pino de montaña, pino silvestre, pino Colombiano, chaquiroy nombres vulgares de la especie es la mas importante dado su gran porte, tallo recto y poco ramificado. Pertenece a la familia Podocarpaceae. Se ubica desde los 1700 a 3000 m.s.n.m a lo largo de las 3 cordilleras.

**Figura 13. Semilla de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N Page (chaquiroy)**



Mesa, las caracteriza como “semillas leñosas de 2.5 a 3.0 cm de largo, 2.0 cm de ancho 1 a 1.5 cm de espesor”<sup>71</sup>. De acuerdo a CENICAFÉ<sup>72</sup>, hay aproximadamente entre 250 a 400 semillas por kilogramo con una pureza del 98% y un porcentaje de germinación del 50 a 60%.

<sup>70</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ, Archivos de base de datos forestales., Op. cit.

<sup>71</sup> MESA, Inés Luz. Propiedades fisiológicas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pino colombiano), especie nativa de clima frío. Medellín, 1996. 70 p. Trabajo de grado (Biología). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

<sup>72</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ, Archivos de base de datos forestales, Op. cit.

Mesa<sup>73</sup>, afirma que la viabilidad de la semilla es muy corta – menos de un año, con una reducción bastante drástica a partir del cuarto mes de medición, con porcentajes de germinación del 17%.

Marín<sup>74</sup>, reporta que para las Podocarpaceas en general no se debe secar las semillas procurando que el tiempo transcurrido entre la recolección y el almacenamiento se reduzca a unas pocas horas; una vez colectada se debe desprender su epicarpio.

Rodríguez y Peña<sup>75</sup>, indican que los frutos recolectados se exponen al sol hasta que la pulpa haya desaparecido, posteriormente se remojan en agua durante 48 horas, se siembran y al cabo de 20 días se obtiene la germinación.

Marín, hace mención a que “las semillas de *Retrophyllum rospigliosii* deben sembrarse en camas con abundante contenido de materia orgánica (entre 8 y 10%) medianamente descompuesta y con contenido de humedad entre 75% y 80%; la semilla se introduce 1 cm en la cama y se cubre con aserrín o paja”<sup>76</sup>.

□ ***Prunus integrifolia* (Presl) Walpers (Trapiche).** Para la zona cafetera vulgarmente se nombra como Trapiche y botundo. Pertenece a la familia Rosaceae. Se encuentra desde los 1600 a 3100 m.s.n.m a lo largo de las 3 cordilleras.

**Figura 14. Semilla de *Prunus integrifolia* (Presl) Walpers (trapiche)**



<sup>73</sup> MESA, Op. cit., p 70.

<sup>74</sup> MARÍN, Adriana. Ecología y silvicultura de las Podocarpaceas andinas de Colombia. Cali: Smurfit – Cartón de Colombia, 1998. 143 p.

<sup>75</sup> RODRIGUEZ, Olimpo.; PEÑA, Rafael. Flora de los andes: cien especies del altiplano Cundi-boyacense. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de las Cuenca de los Ríos Bogotá, Ubate y Suárez - CAR, 1984. 247 p.

<sup>76</sup> MARÍN, Op. cit., p 143.

Niembro, indica que “la semilla se desarrolla al interior de una drupa, de forma ovoide, apiculada, cubierta seminal gruesa, no lignificada, carnosa”<sup>77</sup>. Acero, reporta que las semillas son de color café claro, de 1,2-1,45 cm de ancho por 1,8-2,1 cm de largo, con una cicatriz longitudinal en forma de banda y la parte apical en forma puntiaguda (figura 14). Un kilogramo puede contener 898 semillas con un porcentaje de pureza 98% y una germinación del 31%, la germinación se inicia a los 25 a 39 días”<sup>78</sup>.

CENICAFÉ, afirma que:

El indicador de madurez de la semilla es el cambio de tonalidad de verde a amarillo y posteriormente rojo oscuro al madurar. También se produce cuando el fruto cae al suelo, pero es necesario recolectarle pronto debido a que la pulpa es muy susceptible al ataque del hongo. Una vez recolectado el fruto es necesario removerle la pulpa y sumergirlo en agua a temperatura ambiente por espacio de 6 a 8 horas, luego de las cuales puede sembrarse en un sustrato bien drenado<sup>79</sup>.

De acuerdo a CENICAFÉ<sup>80</sup>, la germinación de las semillas con un sustrato de tierra, arena, cascarilla de arroz con una relación 2:1:2, logró una germinación del 84% de 100 semillas evaluadas; se utilizó como tratamiento pregerminativo la inmersión en agua por 12 a 24 horas para retirar las sustancias inhibidoras.

---

<sup>77</sup> NIEMBRO, Semillas de plantas leñosas, Op.cit., p. 93.

<sup>78</sup> ACERO, Luis Enrique. Árboles de la zona cafetera colombiana. Bogotá: Fondo Cultural Cafetero, 1985. 215 p.

<sup>79</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ, Archivos de base de datos forestales, Op. cit.

<sup>80</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ. Colombia. Archivos de bases de datos forestales. Chinchiná: Cenicafé, 2004.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZACIÓN

La Investigación se llevó a cabo (en condiciones de vivero y laboratorio), en el Centro Nacional de Investigaciones de Café; ubicado en la vereda Planalto, municipio de Chinchiná, departamento de Caldas (tabla 2).

**Tabla 2. Características climáticas (Cenicafé<sup>81</sup>)**

	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (m)	Precip. (mm)	Temp media (°C)	B. Solar (Horas)	H.R. (%)
Vivero la coca	5°00'	76°36'	1.310	2.510	20.2-21.5	1.842	77
Laboratorio	4°59'	75°35'	1425	2.510	20.2-21.5	1.842	79.8

### 2.2 MATERIALES

**2.2.1 Semilla.** Para el experimento se utilizaron semillas de las siguientes especies forestales: Aliso (*Alnus acuminata* H.B.K. spp. *acuminata*), Trapiche (*Prunus integrifolia*. Presl. Walpers), Cedrillo (*Guarea guidonia*. Jacq. P. Willson), Cedro negro (*Juglans neotropica*. Diels), Roble (*Quercus humboldtii* H.B.K. Bonpland), Chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*. Pilg C.N Page), Solera (*Cordia gerascanthus* L. Moldenke).

**2.2.2 Equipo de recolección.** Para la recolección de las semillas se utilizó un equipo de escalado tradicional (método de las espuelas), que consta de espolones de hierro forjado, correas, un cinturón de seguridad el cual lleva dos cuerdas cortas, una línea de seguridad de 100 metros y tijeras o elementos de extensión y corte.

<sup>81</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ. Colombia. Archivos meteorológicos. Chinchiná: Cenicafé. 2004

**Figura 15. Equipo de escalado en árboles para recolección de frutos**



**2.2.3 Empaques para el transporte y materiales para el secado de las semillas.** El transporte de los frutos desde el sitio de recolección hasta CENICAFÉ se hizo en los siguientes empaques (figura 16):

- Bolsas de cabuya de 50 x 70 cm.
- Bolsa de dril de 20 x 25cm.

Para el secado de los frutos y semillas se utilizó papel periódico, mallas metálicas y cuatro ventiladores convencionales.

**Figura 16. A- Empaque de dril. B – Bolsa de cabuya**



**2.2.4 Empaque para el almacenamiento de la semilla.** La semilla se almacenó utilizando diferentes empaques:

- Bolsas plásticas (calibre 2) con cierre hermético, depositadas dentro de frascos de vidrio con tapa rosca (capacidad de 100 ml). Este empaque disminuye al mínimo la respiración de la semilla y evita que pierda o gane humedad manteniendo constante su CH.

- Bolsas de polipropileno biorientado metalizado (flexvac) con cierre hermético (tipo Zipper), el cual evita intercambio de humedad con el ambiente y así lograr que la humedad a la cual fue almacenada la semilla, no sea alterada; además controla la entrada de agentes oxidantes como oxígeno (O<sub>2</sub>), bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>) y vapor de agua.
- Bolsas transparentes (calibre 2) con aserrín de madera blanda en su interior; la combinación de ambos es debido a la susceptibilidad de las semillas recalcitrantes a perder o ganar humedad, lo que conduce a una pérdida de viabilidad al poco tiempo de almacenado. Por lo anterior se utilizó un material inerte como el aserrín de pino (*Pinus patula*), que absorbe la humedad del ambiente y mantiene viable las semillas por más tiempo.

**2.2.5 Sustrato.** El sustrato que se utilizó para las pruebas de germinación fue arena lavada de río más tierra en relación 3:1. La arena provino del río Campo Alegre en el municipio de Santa Rosa de Cabal (Risaralda), comúnmente conocida como arena de pega (Textura gruesa); la tierra negra fue traída de la estación Central “Naranja”, tomada del primer horizonte el cual tenía altos contenidos de materia orgánica (13%), buen drenaje y buena aireación, con pH ácido y textura franco limosa. El sustrato fue desinfestado, con el producto químico Dazonet (Basamid), el cual se aplicó en una dosis de 40 g, de producto comercial/m<sup>2</sup> de suelo. El sustrato se extendió sobre un plástico, en el cual se realizó una zanja para aplicar el producto; después de este proceso se recubrió el químico y se procedió a cubrir con un plástico durante 15 días, terminado este tiempo se mezcló el sustrato durante tres días consecutivos. Para verificar si no existían residuos del producto que causara muerte a las semillas del experimento, se sembraron semillas de rápido crecimiento (2 días), en este caso de lechuga y se observó su emergencia para verificar si este era propicio para iniciar las pruebas.

**2.2.6 Germinadores.** Para el experimento se utilizaron tres germinadores con unas medidas de siete metros de largo, un metro de ancho, un metro de alto desde el piso y 50cm de grosor. Estos fueron construidos en guadua y ubicados bajo un techo de plástico.

**Figura 17. Germinadores en la “La coca” granja de Cenicafé**



**2.2.7 Cuartos fríos.** Para el almacenamiento de cada una de las semillas forestales se utilizaron dos cuartos fríos para las temperaturas de 4°C y 12°C y una bodega con una temperatura ambiente de 20°C, los cuales estaban ubicados en CENICAFÉ. (figura 18).

**Figura 18. A –Bodega (20°C) . B- Cuarto frío de 4°C C – Cuarto frío de 12°C**



## 2.3 METODOLOGIA

**2.3.1 Recolección de frutos y semillas.** La recolección de los frutos se realizó en fuentes semilleras identificadas por Cenicafe en seis localidades diferentes (tabla 3). Para la colecta de los frutos de las siete especies forestales de esta investigación, se tuvo en cuenta el estado de madurez para cada especie y la condición fitosanitaria del árbol por lo cual la colecta se hizo en fechas diferentes.

**Tabla 3. Procedencia y número de frutos y semillas para la investigación**

Especie	Procedencia	Peso de frutos (kg)	Peso de semilla pura (kg)	Número aproximado de semillas obtenidas
<i>A. acuminata</i>	Manizales - Caldas	1.0	0.1	300000
<i>C. gerascanthus</i>	Zambrano - Bolívar	0.5	0.1	5000
<i>G. guidonia</i>	Chinchiná - Caldas	7.0	1.5	3000
<i>J. neotropica</i>	Manizales - Caldas	120.0	94.0	2820
<i>Q. humboldtii</i>	Jardín - Antioquia	21.7	21.0	4410
<i>R. rospigliosii</i>	Támesis - Antioquia	6.0	5.0	3500
<i>P. integrifolia</i>	Líbano - Tolima	2.0	1.5	1347

***A. acuminata* H.B.K spp. *acuminata* (aliso):** la colecta se realizó durante el mes de marzo del 2005 en la ciudad de Manizales departamento de Caldas, en la finca “La Fé” propiedad de la empresa “Aguas de Manizales” que es la encargada de suministrar el agua para consumo en esta ciudad. Se utilizó un equipo de escalado tradicional y un trimer para cortar las ramas donde se encontraban los frutos. Se tuvo en cuenta el indicador de madurez para la especie, el cual fue la coloración de los frutos al inicio verde amarillenta y luego marrón. Para el corte se amarraron las ramas con una cuerda, se procuró realizar el menor movimiento posible, ya que el fruto por ser un estróbilo dehiscente, abre sus estructuras liberando la semilla. Los frutos desprendidos que cayeron al suelo, fueron recibidos en un plástico que se colocó alrededor del árbol. (figura 19).

**Figura 19. Fuente semillera de *A. acuminata* (aliso), Finca “La Fe” en Manizales – Caldas**



***C. gerascathus* L. Moldenke (solera):** las semillas de solera se recolectaron en el municipio de Zambrano departamento de Bolívar en el mes de marzo del 2005, siguiendo igual metodología que la utilizada para *Alnus acuminata*. El indicador de madurez de los frutos para realizar la recolección fue el cambio de tonalidad de blanco a café oscuro. (figura 20).

**Figura 20. Fuente semillera de *C. gerascanthus* solera en Zambrano – Bolívar**



***G. guidonia* (Jacq). P. Willson. (Cedrillo):** la obtención de los frutos se realizó en el mes de junio del 2005. El árbol seleccionado esta ubicado en Chinchiná, granja de Cenicafé. Se utilizó solo el trimmer para el corte de las ramas. En esta especie la maduración de los frutos en el árbol es muy irregular, por lo cual se hizo necesario seleccionar las ramas y frutos para la recolección. La recolección se realizó cuando los frutos tenían una coloración café rojizo. (figura 21).

**Figura 21. Fuente semillera de *G. guidonia* cedrillo en Chinchiná – Caldas**



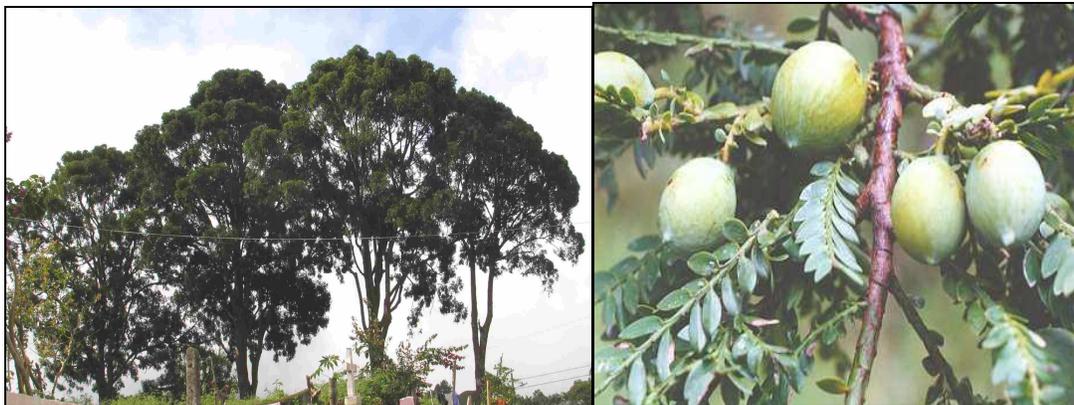
***J. neotropica* (Diels) (cedro negro):** los frutos de Cedro negro se recolectaron en los predios aledaños a las instalaciones del instituto Colombiano Agropecuario – ICA, en Manizales, en el mes de abril del 2005. Para su recolección se colocó un plástico en la base del árbol, para evitar que los frutos se pierdan debido a su peso. Para la recolección se tuvo en cuenta el indicador de madurez el cual fue el aumento en el tamaño del fruto, con una coloración oscura del pericarpio y finalmente la caída de éstos. (figura 22).

**Figura 22. Fuente semillera de *J. neotropica* (Cedro negro) en Manizales – Caldas**



***R. rospigliosii* (Pilg) C.N. Page (chaquiro):** los frutos se recolectaron una vez se tornaron amarillos, directamente del árbol o recién caídos al suelo de la misma manera que para cedro negro y roble. La recolección se hizo en un parque en el municipio de Támesis, Antioquia en el mes de junio del 2005. (figura 23)

**Figura 23. Fuente semillera *R. rospigliosii* (chaquiro) en Támesis – Antioquia**



***Q. humboldtii* Bonpland (roble):** la colecta se realizó en el mes de junio del 2005, en el municipio de Jardín vereda Mecenia jurisdicción del municipio de Andes en el departamento de Antioquia. Para la recolección de los frutos se realizó la misma metodología empleada para cedro negro, es decir los frutos fueron recogidos cuando aumentaron de tamaño, se alargó la cúpula hasta recubrir la mayoría del fruto; su coloración se tornó marrón oscura y se colectó una vez éstos cayeron al suelo. (figura 24).

**Figura 24. Fuente semillera de *Q. humboldtii* (roble) en Jardín – Antioquia**



***P. integrifolia* (Presl) Walpers (trapiche):** los frutos se recolectaron en el mes de mayo del 2005 en el municipio de Líbano, en el departamento de Tolima, en la finca Isidro Parra. A finales del año 2004 y principios del 2005 se presentó un intenso invierno, que causó el retraso de la fructificación y provocó una disminución en la cantidad de frutos. La colecta, se realizó directamente del árbol una vez los frutos tornaron a una tonalidad rojiza o recién caídos al suelo. (figura 25).

**Figura 25. Fuente semillera *P. integrifolia* (Trapiche) en Líbano – Tolima**



**2.3.2 Transporte de la semilla.** El transporte de las semillas desde el sitio de recolección hasta Cenicafé se hizo vía terrestre, con excepción de *Cordia gerascanthus*, que debió ser transportada vía aérea, debido a lo distante del lugar de desarrollo, Zambrano (Bolívar). Los tipos de empaques utilizados que garantizaron conservar la viabilidad de la semilla fueron:

- Bolsas de cabuya de 50 x 70 cm. Es un material que garantizó una mayor aireación y no ocasionó daños en los frutos por descomposición. En este tipo de empaque se transportaron las semillas de *J. neotropica*, *Q. humboldtii*, *P. integrifolia* y *R. rospigliosii*, las cuales pierden rápidamente su viabilidad, si una vez colectadas no continúan con sus procesos normales de respiración.<sup>82</sup>
- Bolsa de drill de 20 x 25cm. Este empaque evitó la pérdida de semilla de tamaño pequeño (menor a 1 cm) y proporcionó la aireación de los frutos dentro de la bolsa. Aquí se transportaron los frutos de *A. acuminata*, *G. guidonia* y *C. gerascanthus*, los cuales, después de cosechados poseen un alto contenido de humedad y deben continuar sus procesos de respiración, para evitar su deterioro.

Para la mayoría de las especies, el tiempo transcurrido entre la colecta y la llegada a Cenicafé fue inferior a dos días, por la cercanía de las fuentes semillera al Centro de investigación. Para las semillas de la especie *C. gerascanthus* el transporte transcurrió en tres días (vía aérea).

La rotulación de las bolsas se hizo por fuera y por dentro con los siguientes datos: especie, sitio de procedencia, fecha de recolección y recolector.

**2.3.3 Extracción y secado de las semillas.** La cantidad de frutos obtenidos en la recolección por cada especie fue la muestra con la cual se desarrolló el siguiente procedimiento:

Los frutos se clasificaron en tres categorías para la extracción de la semilla:

- **Frutos carnosos:** los frutos de las especies como *P. integrifolia*, *J. neotropica*, *R. rospigliosii*, se colocaron en agua por un periodo de 72 horas, tiempo en el cual la pulpa se ablandó y permitió liberar la semilla más fácilmente.
- **Frutos secos dehiscentes:** para la extracción de las semillas pertenecientes a este grupo; *A. acuminata* y *G. guidonia* los frutos se colocaron sobre papel periódico durante un día con suministro de ventilación forzada, mediante ventiladores, para redireccionar el aire húmedo circundante en el ambiente. Posteriormente los frutos fueron expuestos a plena exposición solar, por dos

---

<sup>82</sup> Entrevista con Carlos Mario Ospina Penagos, Asistente de investigación del Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé. Chinchiná – Caldas, 17 de Febrero de 2006.

días hasta que se observó la liberación de la semilla. Las semillas de *G. guidonia* después de ser liberadas, se sumergieron en agua durante 24 horas para retirar el arilo de color rojo que la recubre, el cual es muy apetecido por hormigas de género *Acromyrmex*<sup>83</sup>.

- **Frutos secos indehiscentes:** a los frutos pertenecientes a este grupo, como son *C. gerascanthus* y *Q. humboldtii*, se les practicó un presecado a la sombra durante 5 días con ventiladores convencionales. A las semillas de *C. gerascathus* se les eliminó los restos de inflorescencia (pétalos y estigma) que aún conservaban.

Después de obtener la totalidad de las semillas libres de impurezas, se realizaron las diferentes pruebas como el análisis de pureza, peso y contenido de humedad (CH), con ello se garantizó partir de un material adecuado para el inicio de las pruebas de almacenamiento y germinación.

**2.3.4 Pureza.** Se evaluó a través del análisis de pureza donde se observó qué porcentaje correspondió a material inerte y restos de frutos dentro de un lote de semilla. Los demás ensayos se efectuaron sobre el componente de semilla pura. Para determinar la pureza, se tuvo en cuenta el tamaño de la semilla. Para las semillas pequeñas como las de *A. acuminata*, *C. gerascanthus* y *G. guidonia* se tomaron dos submuestras que contenían el peso estimado de 2.500 semillas. Para las semillas de tamaño grande como *R. rospigliosii*, *P. integrifolia*, *J. neotropica* y *Q. humboldtii* se utilizaron dos submuestras de 500 semillas.

El porcentaje de pureza se determinó mediante la siguiente fórmula (Rodríguez y Nieto<sup>84</sup>):

$$P = \frac{PSP}{PTM} \times 100$$

P= Pureza (%)

PSP= Peso de la semilla pura

PTM= Peso del tamaño de la muestra

**2.3.5 Análisis de peso.** Se determinó el peso de las semillas, para determinar la cantidad existente en un kilogramo, con el objetivo de conocer las cantidades en peso de semilla que se requieren para el experimento. La evaluación para las

---

<sup>83</sup>INSECTARIUM VIRTUAL. Ficha "insectos plagas" N°7 L a hormiga brava. Nicaragua. [En línea] [Nicaragua] [Citado el 4 marzo de 2006]. Disponible en Internet. <http://www.insectariumvirtual.com/termitero/nicaragua/DOCUMENTOS%20DE%20INTERES/PLAG-7.htm>.

<sup>84</sup> RODRIGUEZ, Javier; NIETO, Víctor. Programa de investigación en semilla forestales nativas. Bogotá: Ministerio de Agricultura, 1999. 89 p. (Serie Técnica N°43).

semillas de tamaño pequeño como *A. acuminata*, *C. gerascanthus* y *G. guidonia*, se hizo en ocho submuestras de 100 semillas para cada una. Para las especies *J. neotropica*, *Q. humboldtii*, *R. rospigliosii* y *P. integrifolia* por tener una semilla de mayor tamaño, se tomaron dos submuestras de 100 semillas. Cada submuestra fue pesada para obtener su peso total y se sacó el promedio del número de las semillas pesadas. La variabilidad (medida a través del coeficiente de variación), no debía exceder el 6% (ISTA<sup>85</sup>).

La fórmula para el análisis fue la siguiente (Trujillo<sup>86</sup>):

$$PS = \frac{NSM}{PM} \times 1000$$

PS= Peso de semillas (semillas por Kg.)

NSM= Número de semillas de la muestra

PM= Peso de la muestra

**2.3.6 Contenido de humedad.** Para determinar el contenido de humedad y lograr los rangos establecidos en el presente estudio, se colocaron las semillas sobre mallas metálicas y papel periódico en un cuarto con circulación de aire, suministrado por medio de un ventilador. Solo se realizó este procedimiento para las semillas clasificadas como ortodoxas (aliso, solera, cedrillo, cedro negro y roble). A partir de este momento se realizaron las pruebas de CH diarias hasta el momento en que se determinó el porcentaje apropiado (según la especie) para su almacenamiento y de acuerdo a la revisión de literatura consultada (Tabla 4).

**Tabla 4. Rangos de contenido de humedad para el almacenamiento de la semilla.**

Espece	Rango de contenido de humedad (%)
<i>A. acuminata</i> (aliso)	6 – 8
<i>C. gerascanthus</i> (solera)	
<i>G. guidonia</i> (cedrillo)	
<i>J. neotropica</i> (cedro negro)	12 - 25
<i>Q. humboldtii</i> (roble)	
<i>R. rospigliosii</i> (chaquiro)	CH que se presente al segundo día de haber llegado a Cenicafé. (Aprox. 35 – 45).
<i>P. integrifolia</i> (trapiche)	

<sup>85</sup> INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. Reglas internacionales para ensayos de semillas 1976. Madrid: Ministerio de Agricultura, 1976. 183 p.

<sup>86</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Op. cit., p 151.

Para determinar el contenido de humedad de las semillas de *A. acuminata*, *G. guidonia*, *C. gerascanthus*, *R. rospiglosii* y *P. integrifolia*, se pesó inicialmente una caja petry, luego se dispuso la semilla en la caja y se tomó un nuevo peso, para luego colocar en las estufas a una temperatura constante de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante  $17 \pm 1$  horas. Finalmente se tomó el peso seco de la muestra. Se utilizaron 5 g de semilla por cada especie, con dos submuestras, a las cuales se les realizó un promedio de los valores obtenidos.

Las semillas de *J. neotropica* y *Q. humboldtii* debido a su tamaño, fue necesario triturarlas y tamizarlas en una malla de 2mm. Se realizó el mismo procedimiento que las anteriores. Se tomaron dos submuestras de 5 g de semilla triturada, y posteriormente se llevaron a una estufa a  $130^{\circ}\text{C}$  por un periodo de 60 minutos.

La fórmula para determinar el contenido de humedad fue la siguiente (Trujillo<sup>87</sup>):

$$CH = \frac{PHM - PSM}{PHM} \times 100$$

CH= Contenido de Humedad (%)

PHM Peso húmedo de la muestra

PSM= Peso seco de la muestra

PHM= Peso húmedo de la muestra

Para determinar el contenido de humedad en aquellas semillas que permiten la deshidratación como *A. acuminata*, *C. gerascanthus*, *G. guidonia*, *J. neotropica* y *Q. humboldtii*, se determinó diariamente el contenido de humedad (%CH), hasta el momento de lograr valores determinados según literatura, garantizando que en condiciones normales la semilla no gane ni pierda humedad.

Para las semillas recalcitrantes como *R. rospiglosii* y *P. integrifolia*, en las cuales no puede haber un descenso marcado en el %CH, independientemente de haber logrado o no el rango de humedad óptimo, la semilla fue almacenada al segundo día de haber llegado a Cenicafé.

El contenido de humedad se evaluó al inicio, tres y seis meses de almacenamiento (tiempo de muestreos), con el objetivo de determinar las fluctuaciones de la humedad de la semilla almacenada a través del tiempo de conservación. Para la evaluación se tomó dos muestras de 5 gramos de cada semilla, se las dispuso en una cámara de silica gel para evitar la ganancia de humedad del ambiente y se procedió a realizar la metodología empleada para determinar el porcentaje de humedad.

---

<sup>87</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Op. cit., p. 151.

**2.3.7 Almacenamiento de la semilla.** Antes del almacenamiento, cada grupo de semillas que fue clasificado de acuerdo a los tres rangos de contenido de humedad, tuvieron un empaque diferente.

En el primer grupo (6 - 8% CH) las semillas de *A. acuminata*, *C. gerascanthus* y *Guarea guidonia* fueron empacadas en bolsas plásticas (Calibre 2) dentro de frascos de vidrio con tapa hermética.

En el segundo grupo (12 – 25% CH), las semillas de *J. neotropica* y *Q. humboldtii* se empacaron en bolsas de polipropileno biorientado metalizado.

Las semillas de las especies correspondientes al tercer grupo (35 – 45% CH), *R. rospigliosii* y *P. integrifolia* se empacaron en bolsas plásticas (calibre 2) con aserrín, el cual se desinfectó con Vitavax (carboxin – tiran) y se humedeció con agua hasta alcanzar entre un 35 y 45% de humedad, similar al contenido de humedad con que fue almacenada la semilla a fin de mantener el equilibrio de la humedad semilla – aserrín dentro del empaque. A las semillas de este grupo se les extrajo el oxígeno del interior de la bolsa por medio de un extractor de aire, con el propósito de lograr un empaque al vacío.

Una vez empacadas, se aplicaron los tratamientos a cada una de las siete especies forestales, los cuales consistieron en almacenar la semilla a tres temperaturas (Tabla 5):

- 4°C.
- 12°C.
- Temperatura ambiente (Oscilo entre 20.2 - 21.5 °C), la cual se definió en este trabajo como temperatura a 20°C.

Cada tratamiento tuvo 30 unidades experimentales (U.E), donde la unidad estuvo conformada por 30 semillas, las cuales fueron distribuidas al azar en cada cuarto de almacenamiento de acuerdo al orden de llegada de cada semilla. Estas fueron definidas estadísticamente de acuerdo a información obtenida a partir de ensayos realizados en el proyecto forestal de Cenicafé<sup>88</sup>:

1. Una varianza estimada de 20.25, asociada a un promedio de 14.75% de germinación.
2. Una diferencia mínima aceptable del 10% de germinación.
3. Un nivel de significación del 5%.
4. Una confiabilidad del 90%.

---

<sup>88</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ. Colombia. Archivos de bases de datos forestales. Op, cit.

**Tabla 5. Descripción de tratamientos**

Contenido de humedad (%)	Empaque de almacenamiento	Especie	Tratamientos (Temperatura °C)
6 a 8	Bolsa plástica calibre 2 dentro de frasco de vidrio herméticamente sellado.	<i>A. acuminata</i>	4
		<i>A. acuminata</i>	12
		<i>A. acuminata</i>	Ambiente (20°C)
		<i>C. gerascanthus</i>	4
		<i>C. gerascanthus</i>	12
		<i>C. gerascanthus</i>	Ambiente (20°C)
		<i>G. guidonia</i>	4
		<i>G. guidonia</i>	12
		<i>G. guidonia</i>	Ambiente (20°C)
12 a 25	Bolsas de polipropileno biorientado metalizado (flexvac) con cierre hermético (tipo Zipper).	<i>J. neotropica</i>	4
		<i>J. neotropica</i>	12
		<i>J. neotropica</i>	Ambiente (20°C)
		<i>Q. humboldtii</i>	4
		<i>Q. humboldtii</i>	12
		<i>Q. humboldtii</i>	Ambiente (20°C)
35 a 45	Bolsa plástica (calibre 2), con aserrín + empaçado al vacío.	<i>R. rospiglosii</i>	4
		<i>R. rospiglosii</i>	12
		<i>R. rospiglosii</i>	Ambiente (20°C)
		<i>P. integrifolia</i>	12
		<i>P. integrifolia</i>	Ambiente (20°C)

Es preciso aclarar que en este estudio, con el fin de no ocasionar confusión entre los conceptos tratamiento de almacenamiento y tratamiento pregerminativo se nombrará este último como “**manejo pregerminativo**”.

Se almacenó la semilla por un periodo de seis meses, de tal forma que antes de iniciar el almacenamiento se tomaron aleatoria 10 unidades experimentales por especie para desarrollar los dos manejos pregerminativos; igual tamaño de muestra se tomó a los 3 y 6 meses (tiempo de muestreo) de almacenamiento. Con la muestra de las 10 unidades experimentales por tiempo de muestreo se hizo lo siguiente:

1. Por cada unidad experimental (30 semillas), se tomaron 20 semillas para aplicar dos manejos pregerminativos antes de realizar las pruebas de germinación, es decir, 10 semillas por cada manejo y por cada especie como lo ilustra la (Tabla 6). El objetivo del manejo pregerminativo fue el de determinar que manejo contribuía en el desarrollo y vigor germinativo de las semillas.

**Tabla 6. Manejo pregerminativo**

Especie	Manejo pregerminativo
<i>A. acuminata</i> <i>C. gerascanthus</i>	<b>Tp1</b> - Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 4 horas.
	<b>Tp2</b> - Siembra directa a los germinadores.
	<b>Tp3</b> - Escarificación mecánica: despunte de las semillas con esmeril.
<i>G. guidonia</i> <i>J. neotropica</i>	<b>Tp4</b> – Escarificación mediante temperatura: exposición de la semilla en agua caliente (ebullición), por 2 minutos y en reposo por 48 horas en el agua a T° ambiente (20°C).
<i>P. integrifolia</i> <i>R. rospigliosii</i> <i>Q. humboldtii</i>	<b>Tp5</b> - Sumergir en agua a temperatura ambiente durante 72 horas.
	<b>Tp6</b> - Exposición directa de las semillas al sol durante un periodo de 24 horas.

Las semillas de *A. acuminata* y *C. gerascanthus* fueron sometidas a un manejo pregerminativo sumergiendo las semillas en agua a temperatura ambiente durante un periodo de 4 horas. Como segundo manejo se evaluó la siembra directamente en los germinadores.

Las semillas de testa dura como *J. neotropica* y *G. guidonia*, fueron sometidas a dos manejos pregerminativos. En el primero se escarificó mecánicamente, realizando un despunte con esmeril aproximadamente 2 mm en el ápice de la semilla y el segundo manejo consistió en escarificar mediante temperatura, sumergiendo las semillas por 2 minutos en agua hirviendo, luego de este tiempo se sacaron y se dejaron en reposo por 48 horas en agua a temperatura ambiente (20°C).

Las semillas de *P. integrifolia*, *R. rospigliosii* y *Q. humboldtii* como primer manejo se sumergieron en agua a temperatura ambiente(20°C) , durante 72 horas y como segundo manejo se expusieron directamente al sol durante un periodo de 24 horas.

2. Para cada uno de los 3 períodos de evaluación y por cada especie se tomaron 5 semillas de cada unidad experimental y se conformó una muestra compuesta con todas las semillas (50 en total), para determinar la viabilidad. Las 5 semillas restantes en cada unidad experimental se dejaron almacenadas para futuros estudios.

En las unidades experimentales por cada especie, temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo se midió: el número de semillas germinadas, el número de días en alcanzar el máximo de germinación total, el vigor y la viabilidad.

### **Variables de respuesta**

- Porcentaje de Germinación (PG).
- Vigor de la semilla (VG).
- Número de días en alcanzar la germinación máxima (ND).

### **Variable complementaria**

- Viabilidad de la semilla.

### **Análisis de la información**

1. Por cada especie, temperatura de almacenamiento y manejo pregerminativo, se estimó el promedio y variación de las variables de respuesta.
2. Por cada especie, temperatura de almacenamiento y manejo pregerminativo, se realizó un análisis de varianza de un solo factor, para determinar si existieron diferencias estadísticas para los promedios de las variables PG, ND, VG en cada tiempo de muestreo (0, 3, 6).
3. Por cada especie y manejo pregerminativo, se compararon las temperaturas de almacenamiento con los promedios de las variables de respuesta utilizando la prueba Duncan a 5 %.

### **Germinación expresada en porcentaje (emergencia)**

Para este estudio se consideró como germinación a la emergencia del hipocotilo por encima de la superficie del sustrato y el momento en que los cotiledones quedaron horizontalmente expuestos. En términos fisiológicos este proceso se conoce como “emergencia de la semilla”, sin embargo, para una mejor comprensión de los resultados a obtener en este trabajo, se utilizará la expresión “germinación de la semilla”, que es el término conocido y más comúnmente utilizado por los productores, comercializadores de semilla y por los agricultores, lo cual facilitará una mejor comprensión. El porcentaje de germinación, se determinó como la relación entre el número de semillas germinadas y el número de semillas de la muestra.

Las semillas se sembraron en un sustrato de arena + tierra relación 3:1. Para determinar el porcentaje de germinación de cada manejo pregerminativo, se registró el número de semillas que germinaron diariamente y se tomaron los datos de referencia como especie, fecha de siembra y número de submuestra. Cada

especie fue evaluada en germinador de acuerdo al tiempo máximo de germinación que reporta la literatura para cada semilla.

El agua que se utilizó para riego de las semillas en germinadores fue agua de la llave proveniente del sector conocido como “El 16” en plan alto, con un pH de 7.54 a 24°C considerado apto para riego. Para determinar el pH del agua se utilizó un peachímetro (ref: ph330WTW). El riego se hizo periódicamente teniendo en cuenta la humedad del sustrato en las horas de la mañana y en algunos casos dos veces en el día (mañana y tarde) según la temperatura del ambiente.

Para la evaluación de esta prueba el ISTA, sugiere la utilización de 4 lotes de 100 semillas cada uno para cada tratamiento. Debido a la poca disponibilidad de semilla no pudo cumplirse esta condición y el análisis se hizo con 10 lotes de 10 semillas.

**Figura 26. Evaluación de la germinación en los germinadores**



### **Vigor germinativo.**

Se determinó a través de la fórmula propuesta por Czabator<sup>89</sup>, donde se evalúa la rapidez y la uniformidad con que germinaron las semillas. Además de la prueba de germinación, se evaluó el vigor germinativo a través de registros de la germinación diaria.

El vigor germinativo se obtuvo con la fórmula:

$$VG = VM \times GDM$$

---

<sup>89</sup> CZABATOR, Felix J. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. *In*: Forest science. Vol. 8, No. 4 (1962); p. 386 – 396

Donde **VM** (valor máximo) corresponde al valor máximo o pico, que se presenta al dividir el porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que tardó en obtenerse. **GDM** es la germinación media diaria, calculada como la razón entre el porcentaje final de germinación y el número de días transcurridos hasta llegar a ese valor.

### **Número de días en alcanzar la germinación máxima.**

Se evaluó el número de días en que la semilla de cada especie se tardó en alcanzar la germinación máxima después de haber sido sembrada en los germinadores, con el fin de conocer la pérdida de velocidad y de energía germinativa en cada periodo de evaluación. De acuerdo a Czabator<sup>90</sup>, la importancia radica, en que al conocer el valor absoluto de la germinación total este valor no es significativo, ya que un lote de semilla el cual obtuvo un 95% de germinación en 15 días, obviamente va a tener un componente más alto de semillas vigorosas que uno que requirió 45 días para lograr el mismo porcentaje de germinación.

### **Viabilidad de la semilla (Prueba de tetrazolio).**

La prueba de viabilidad es una determinación que permite calificar de manera relativamente rápida el potencial de germinación que puede contener un lote de semillas.

La viabilidad se evaluó por medio de la prueba de tetrazolio partiendo longitudinalmente en dos partes las semillas con un bisturí teniendo cuidado de no dañar las estructuras esenciales del embrión. La semilla de cedro negro fue partida con una sierra sinfín debido a la dureza de su testa. Para la prueba solo se utilizó una mitad de cada semilla, para lo cual las mitades seleccionadas se sumergieron en agua destilada durante 24 horas y después de este tiempo se sacaron y se sumergieron en una solución al 0.5% de sales de tetrazolio por 24 horas. Al cabo de este periodo se observó la tinción de los tejidos vitales en cada mitad.

**Semillas vivas.** Teñidas de rojo carmín en todas sus estructuras.

**Semillas dudosas.** Teñidas parcialmente en más del 75%.

---

<sup>90</sup> CZABATOR, Op. cit., p 386

**Semillas infértiles, o no viables.** Aquellas que presentaron los embriones blancos o teñidas en no más del 75%, o las que presentaron su radícula o plúmula blanca.

El porcentaje de viabilidad, se obtuvo como la relación entre el número semillas vivas y el número total de semillas de la muestra.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 *Alnus acuminata* spp. *acuminata* H.B.K.

**Nombre vulgar:** Aliso, cerezo.

##### 3.1.1 Pruebas de laboratorio (pureza, peso y contenido de humedad).

**Pureza:** las semillas de aliso tuvieron un alto porcentaje de pureza (70%). Este resultado se debió a la selección de frutos y la eliminación de residuos (ramas, hojas, restos de frutos, etc.), que se realizó antes de ser transportados al laboratorio ubicado en Cenicafé. En esta especie, Rodríguez y Nieto<sup>91</sup>, reportan porcentajes de pureza entre el 30 y 70%, mientras que Catie<sup>92</sup>, en la especie *Alnus jorullensis* obtuvo un 45%. Ospina *et al*<sup>93</sup>, señala que la importancia de separar las semillas de las impurezas radica en que estos residuos continúan sus procesos de respiración y además aumentan la temperatura, lo cual incide en la pérdida de viabilidad de la semilla.

**Análisis de peso (número de semillas por kilogramo):** Con respecto al número de semillas por kilogramo, se encontró un promedio de 3.617.796 semillas, después de aplicar la fórmula citada por Trujillo<sup>94</sup> (Tabla 7). Catie<sup>95</sup>, en Costa Rica,

---

<sup>91</sup> RODRÍGUEZ Y NIETO, Programa de investigación en semilla forestales nativas, Op. cit., p. 89.

<sup>92</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, */Alnus acuminata/ spp/ argutta/ Schlecht Farlow*, Op. cit., p. 2.

<sup>93</sup> OSPINA *Et al*, El aliso o cerezo, Op. cit.

<sup>94</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicia, Op. cit., p 151.

<sup>95</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, */Alnus acuminata/ spp/ argutta/ Schlecht Farlow*, Op. cit., p. 2.

determinó que la cantidad de semilla de aliso varía entre 800.000 y 4.500.000 por Kg. Ospina *et al*<sup>96</sup>, indica que estas oscilaciones en peso y cantidad de semilla dependen de la latitud de la región de procedencia. Se ha encontrado que a mayor latitud, mayor es el tamaño de la semilla.

**Tabla 7. Determinación de peso en semillas de *A. acuminata* H.B.K. spp. *acuminata* (8 muestras de 100 semillas c/u)**

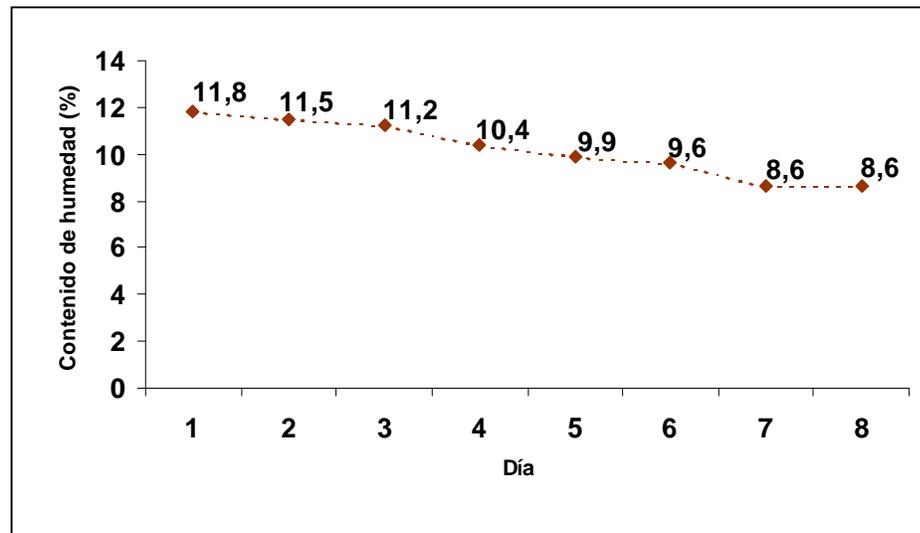
Número de muestra	Peso (g)	Número de semillas por Kg
1	0,0277	3610108
2	0,0251	3984064
3	0,0289	3460208
4	0,0275	3636364
5	0,0286	3496503
6	0,03	3333333
7	0,0267	3745318
8	0,0272	3676471
<b>Promedio</b>	<b>0,028</b>	<b>3617796</b>
$\sigma_{n-1}$	0,001492	
CV	5,38%	

**Contenido de humedad (CH):** las semillas en estado fresco presentaron un CH inicial de 11,8%. Una vez fueron sometidas al secado por medio de ventilación, disminuyeron hasta el séptimo día de evaluación a 8,6% CH, a partir de este momento el contenido de humedad se mantuvo constante y con este valor se almacenaron las semillas en cada uno de los tratamientos (Figura 27). El valor obtenido en este trabajo, se ajusta a los rangos adecuados para la conservación de semillas ortodoxas (6 a 10%) mencionados por Trujillo<sup>97</sup>.

<sup>96</sup> OSPINA *Et al*, El aliso o cerezo, Op. cit.

<sup>97</sup> TRUJILLO, Almacenamiento, principios y procesamientos, Op. Cit., p.23.

**Figura 27. Comportamiento, a través del tiempo, del Contenido de humedad diario para la especie *A. acuminata* H.B.K. spp. *acuminata* (aliso) con ventilación artificial**



**3.1.2 Viabilidad de la semilla de aliso (%).** Los resultados de esta prueba, mostraron que los tratamientos a 4°C y 12°C, disminuyeron la viabilidad de la semilla a partir del tercer mes de almacenamiento, en comparación a los resultados iniciales, manteniéndose sin cambios drásticos hasta el sexto mes de conservación (Tabla 8). En el tratamiento a 20°C, se presentó una alta disminución en la viabilidad, con una pérdida severa a los tres meses continuando hasta el sexto mes de almacenamiento. En general se observó que la semilla tiende a conservar su poder germinativo, almacenada a bajas temperaturas (4 y 12°C); cuando la temperatura de almacenamiento aumentó hasta alcanzar la temperatura ambiente, disminuyó la capacidad de germinación de las semillas.

**Tabla 8. Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento**

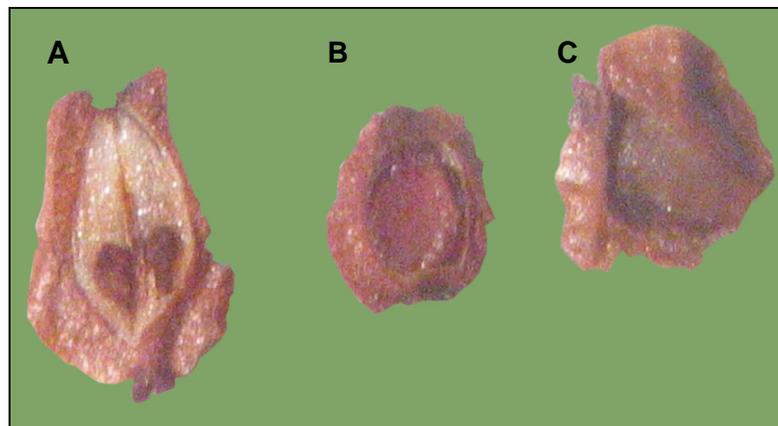
Temperatura	Tiempo (meses)	Número de semillas de la muestra	Número de semillas vivas	Viabilidad (%)
4	0		27	54
	3	50	20	40
	6		22	44
12	0		27	54
	3	50	21	42
	6		18	36
20	0		27	54
	3	50	3	6
	6		2	4

Justice, señala que “aunque el procedimiento del tetrazolio, para estimar la viabilidad, es bueno en principio, su utilización práctica en los ensayos rutinarios se ve limitado por la escasa coincidencia con los resultados de la prueba de germinación en algunos casos, especialmente con semillas que tienen una capacidad germinativa baja”<sup>98</sup>.

Los resultados en este trabajo confirman lo expresado por este autor, puesto que los porcentajes de viabilidad obtenidos con la prueba de tetrazolio, difirieron notoriamente con los porcentajes de germinación.

Al parecer las semillas de aliso están condicionadas a una latencia secundaria cuando son dispuestas a germinar en los germinadores. Correa<sup>99</sup>, menciona que estas condiciones se presentan por la presencia de un factor externo que es desfavorable para la germinación. Una de las causas más importantes son las altas temperaturas. En este estudio, la temperatura promedio del vivero de Cenicafé fue de 20.2°C, lo que pudo originar esta baja germinación en las semillas. De acuerdo con Rodríguez y Nieto<sup>100</sup>, las semillas de clima frío como el aliso manifiestan mayor capacidad de germinación a temperaturas bajas(7 a 17°C).

**Figura 28. Tinción de las semillas de *A. acuminata* spp. *acuminata* H.B.K. (aliso). A. no viables. B. viables. C. dudosas**



<sup>98</sup> JUSTICE, O. L. Essentials of seed testing. In Seed Biology Vol. 3 (Ed. T.T. Kozlowski). Nueva York y Londres: Academic Press, 1972. p 301–370.

<sup>99</sup> CORREA, Op. Cit., 153.

<sup>100</sup> RODRÍGUEZ y NIETO, Programa de investigación en semilla forestales nativas, Op. cit., p. 89.

### **3.1.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG), en relación con los manejos pregerminativos empleados.**

- **Semillas inmersas en agua a temperatura ambiente durante 4 horas.** El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas para la variable PG entre los diferentes tiempos de muestreo para las temperaturas evaluadas (Anexos A, D, G). Al realizar la prueba de Duncan al 5% de significancia, el porcentaje de germinación, presentó diferencias estadísticamente significativas en los diferentes tratamientos (Tabla 9). En los tratamientos a 4°C y 12°C existieron diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de germinación al inicio y los tres meses de almacenamiento de las semillas. En el tratamiento a 12°C, se mantuvo sin diferencias hasta el sexto mes de almacenamiento con una disminución gradual en los valores. En el tratamiento a 4°C, a los seis meses de conservación, los porcentajes de germinación no registraron diferencias significativas con respecto al tercer mes de almacenamiento. El tratamiento a 20°C, no presentó germinación al tercer y sexto mes.

Al respecto, Rodríguez y Nieto<sup>101</sup>, afirman que la germinación y el vigor germinativo de especies de clima frío como el aliso presentan mayores valores, cuando la temperatura es más baja, es decir a mayor altitud (2000 a 2200 m.s.n.m).

En la variable ND, el análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas significativas para los tratamientos a 4°C y 12°C durante los seis meses de almacenamiento para alcanzar el máximo de germinación total (Anexos B, E). Este resultado mostró que la velocidad de germinación se mantuvo a través del tiempo de conservación.

El vigor germinativo (VG), en los tratamientos a 4°C y 12°C, mostraron diferencias estadísticas significativas al inicio con respecto al tercer y sexto mes de almacenamiento, lo cual indicó que el VG disminuyó en cada periodo de muestreo (Anexos C, F).

Estos resultados se relacionan con la reducción que se presentó en estos tratamientos en el porcentaje de germinación a través del tiempo de almacenamiento.

---

<sup>101</sup> RODRÍGUEZ y NIETO, Programa de investigación en semilla forestales nativas, Op. cit., p. 89.

**Tabla 9. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y vigor germinativo (VG) de las semillas de *A. acuminata* (aliso) sumergidas en agua durante 4 horas, para cada temperatura y tiempo de almacenamiento**

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (Mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	29 a	47,25	25 a	9,87	0,0150a	71,16
	3	11 b	51,60	35 a	35,59	0,0023 b	90,47
	6	12 b	94,61	25 a	69,4	0,0045 b	140,82
12	0	29 a	47,25	25 a	9,87	0,0150 a	71,16
	3	11 b	79,60	27 a	69,26	0,0031 b	100,3
	6	7 b	96,42	29 a	69,75	0,0011 b	116,02
20	0	29	47,25	25	9,87	0,0150	71,16
	3	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0

Letras no comunes implican diferencias entre promedios para tiempos, por cada temperatura. Prueba de Duncan al 5%.

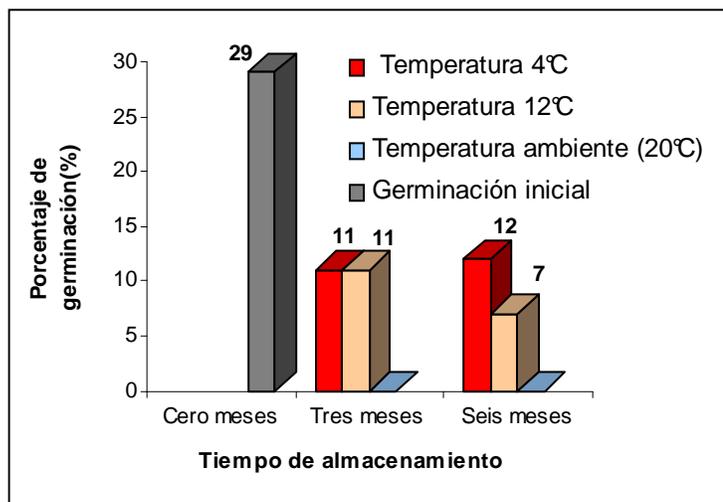
**Figura 29. Proceso de germinación de semillas de *A. acuminata* H.B.K. spp. *acuminata* (aliso)**



De acuerdo a los resultados las semillas de aliso disminuyeron su calidad a medida que la temperatura de almacenamiento aumentaba. Niembro<sup>102</sup>, reporta que las altas temperaturas, en este caso las superiores a 12°C, incrementan la tasa metabólica, o bien destruyen algunas enzimas. Para este estudio, la germinación de las semillas en los germinadores se vió afectada no solo por la temperatura de almacenamiento, si no porque además el manejo pregerminativo aplicado, influyó negativamente en la germinación.

La inmersión en agua de las semillas afectó la capacidad de germinación y el vigor germinativo en todos los tratamientos. Niembro<sup>103</sup>, menciona que durante el periodo de imbibición de las semillas se incrementa la sensibilidad a la luz, siendo las húmedas más susceptibles a daños, lo cual afecta la germinación. En el presente estudio, la hidratación de las semillas como manejo pregerminativo, propició el deterioro de la calidad, reflejado en los bajos porcentajes de germinación. (figura 30).

**Figura 30. Porcentajes de germinación promedio en semillas inmersas en agua durante 4 horas, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo**



□ **Semillas sin manejo pregerminativo (siembra directa).** El análisis de varianza para la variable PG no mostró diferencias estadísticas significativas en el tratamiento a 12°C, al inicio, tres y seis meses de almacenamiento, es decir se mantuvo la calidad de la semilla a través del tiempo (Anexo M).

<sup>102</sup> NIEMBRO, Semillas forestales, Op. Cit., p.86.

<sup>103</sup> NIEMBRO, Semillas forestales, Op. Cit., p.86.

De igual manera en este tratamiento, en las variables ND y VG no se encontraron diferencias significativas (Anexos N, Ñ) esto explica que la energía y la velocidad de germinación representadas en estas dos variables se mantuvieron relativamente constantes a través de los seis meses de almacenamiento.

El análisis de varianza mostró que existieron diferencias estadísticamente significativas para la variable PG en el tratamiento a 4°C, hasta los seis meses de almacenamiento (Anexo J). De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% de significancia mostró que los porcentajes de germinación se mantuvieron solo hasta el tercer mes de conservación (Tabla 10). En este tratamiento la variable ND, mostró diferencias significativas al inicio y los tres meses de conservación, lo cual evidenció una pérdida paulatina en la velocidad de germinación (Anexo K).

El VG, no mostró diferencias estadísticas significativas entre el inicio y los tres meses de conservación, por lo cual se infiere que estas permanecieron vigorosas hasta el tercer mes de conservación, mientras que al sexto de almacenamiento se presentó pérdida total del vigor de la semilla (Anexo L).

En el tratamiento a 20°C (ambiente), las semillas perdieron su viabilidad completamente, al parecer por la deshidratación de los embriones, corroborando esto con los valores de germinación, tanto a los tres como a los seis meses de almacenamiento; por lo tanto, las semillas de aliso no se deben almacenar a esta temperatura (Anexo O). Las semillas almacenadas a 20°C, posiblemente disminuyeron la calidad, debido a lo mencionado por Niembro<sup>104</sup>, el cual señala que con temperaturas elevadas incrementan la tasa metabólica y destruyen algunas enzimas.

---

<sup>104</sup> NIEMBRO, Semillas forestales, Op. Cit., p.86.

**Tabla 10. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), Número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y Vigor germinativo (VG) de las semillas de *A. acuminata* (aliso), sin ningún manejo pregerminativo, para cada temperatura y tiempo de almacenamiento**

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (Mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	17 a	55,81	27 b	11,44	0,0052 a	95,69
	3	18 a	35,12	37 a	3,82	0,0062 a	71,21
	6	0	0	0	0	0	0
12	0	17 a	55,81	27 a	11,44	0,0052 a	95,69
	3	18 a	43,82	39 a	4,4	0,0060 a	81,86
	6	12 a	65,73	29 a	69,33	0,0027 a	87,23
20	0	17	55,81	27	11,44	0,0052 a	95,69
	3	0	0	0	0	0	0
	6	8	114,87	21	86,66	0,0031 b	191,86

Letras no comunes implican diferencias entre promedios para tiempos, por cada temperatura. Prueba de Duncan al 5%.

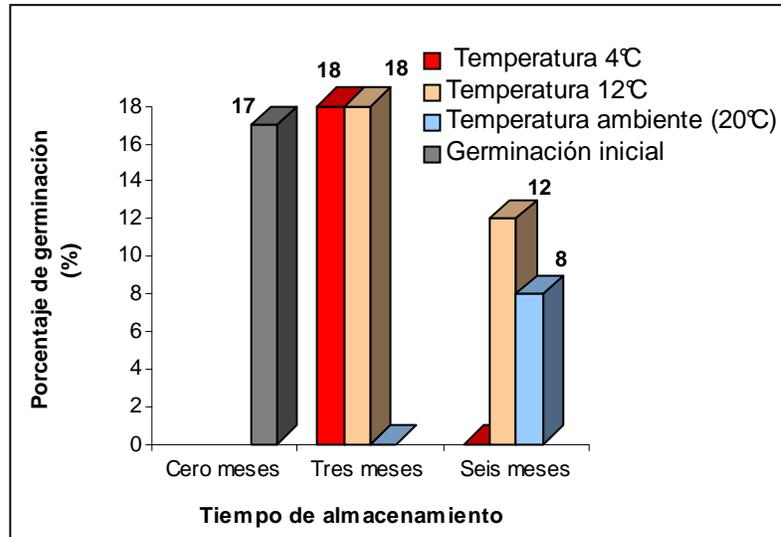
Las semillas de aliso sometidas a la temperatura de almacenamiento de 4°C, conservaron la calidad de la semilla solo hasta el tercer mes de conservación, probablemente la exposición prolongada a esta temperatura aumento el contenido de humedad de la semillas, lo cual se profundizará más adelante.

Los resultados obtenidos ratifican lo expresado por Conafor<sup>105</sup>, el cual afirma que para esta especie no es necesario ningún manejo pregerminativo. Niembro<sup>106</sup>, alude que los remojos prolongados de la semilla en agua, son dañinos dado que las asfixian. Teniendo en cuenta que la testa de la semilla de aliso es delgada, en este estudio, la imbibición pudo también afectar su germinación.

<sup>105</sup> COMISIÓN NACIONAL FORESTAL. *Alnus acuminata* HBK. [en línea] [México DF]. [Citado el 27 febrero de 2006]. Disponible en Internet. Http://www.conafor.gob.mx/programas\_nacionales\_forestales/pronare/fichas%20tecnicas/Alnus%20acuminata.pdf //

<sup>106</sup> NIEMBRO, Semillas forestales, Op. Cit., p.86.

**Figura 31. Porcentaje de germinación promedio de las semillas de aliso sin ningún manejo pregerminativo (siembra directa), para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo**



De acuerdo a los porcentajes de germinación citados por Ospina *et al*<sup>107</sup>, los cuales varían entre 30 a 70% para esta especie, lo obtenido en el presente trabajo para los dos manejos pregerminativos evaluados estuvieron por debajo. Conafor<sup>108</sup>, indica que las temperaturas más adecuadas para almacenar las semillas pueden estar en un intervalo entre 4°C y 8 °C. Los resultados en esta investigación muestran que la mejor temperatura para conservar la semilla es de 12°C, por lo cual, el rango de temperatura propuesto por el autor podría ampliarse y definirse entre 8°C y 12°C.

De acuerdo a Trujillo<sup>109</sup>, las especies ortodoxas como el aliso que son almacenadas con contenidos de humedad bajos (6 a 10%), toleran temperaturas cercanas al congelamiento. En el presente estudio los resultados mostraron que el almacenamiento a temperatura ambiente (20°C), no fue benéfico para conservar la viabilidad, por lo que la germinación fue muy baja < 10%. La temperatura a 4°C, solo conservó la calidad de las semillas hasta el tercer mes de conservación.

En la figuras 32 y 33 se hace referencia a las curvas de germinación acumulada, para semillas con y sin manejo pregerminativo, las cuales mostraron que el inicio

<sup>107</sup> OSPINA *Et al*, El aliso o cerezo, Op. cit.

<sup>108</sup> COMISIÓN NACIONAL FORESTAL. *Alnus acuminata* HBK, Op. cit.

<sup>109</sup> TRUJILLO, Almacenamiento, principios y procesamientos, Op. Cit., p.23.

de la germinación para ambos manejos se presentó a los 8 días después de la siembra.

Para el tratamiento a 4°C, a los tres y seis meses de almacenamiento la velocidad disminuyó, es decir la germinación en promedio inició a los 35 días después de la siembra. En el tratamiento a 12°C, hubo retardo en el comienzo de la germinación a los tres y seis meses de conservación, ya que se presentó a los 31 días en promedio.

Catie<sup>110</sup>, reporta, para esta especie, que la germinación comienza del quinto al décimo día y puede prolongarse hasta los 40 días; por otro lado Ospina *et al*<sup>111</sup>, menciona que la germinación (semilla fresca) empieza a los 12 días después de la siembra y señala que en semilla que ha estado almacenada puede iniciarse entre los 30 a 40 días. Esto concuerda con los resultados obtenidos, los cuales mostraron que a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento, la semilla tardó más días en iniciar el proceso de germinación. Igualmente no se ve diferencia en la velocidad de germinación para los dos manejos pregerminativos, por lo cual puede inferirse que el retardo se debe a la senescencia normal de las semillas.

---

<sup>110</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, *Alnus acuminata* spp/ *argutta*/ Schlecht Farlow, Op. Cit., p.2.

<sup>111</sup> OSPINA *Et al*, El aliso o cerezo, Op. cit.

Figura 32. Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de *A. acuminata* (aliso) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C y 12°C, sin manejo pregerminativo

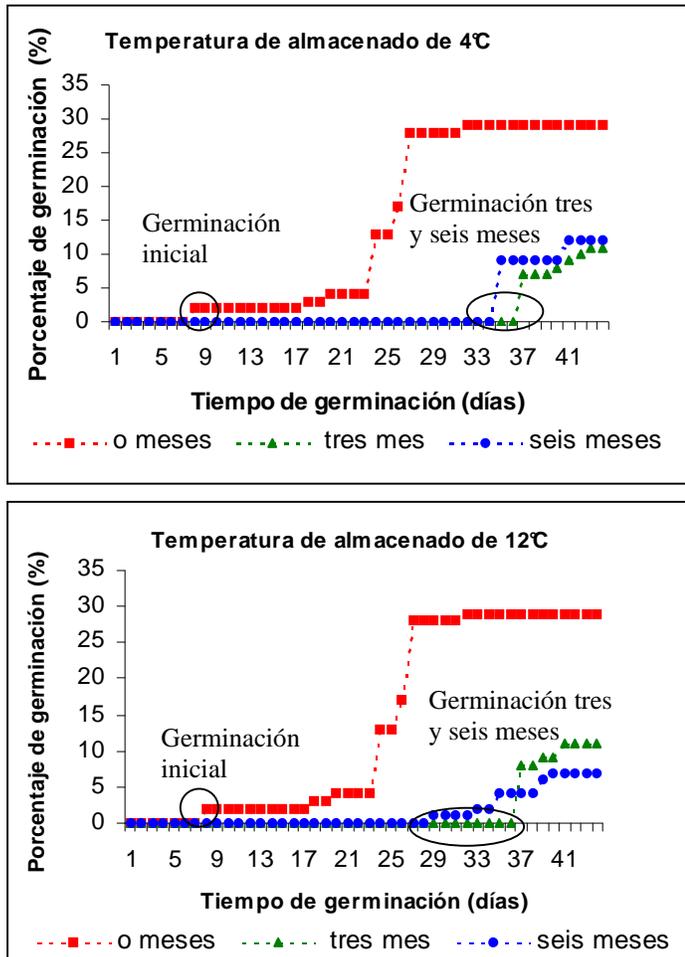
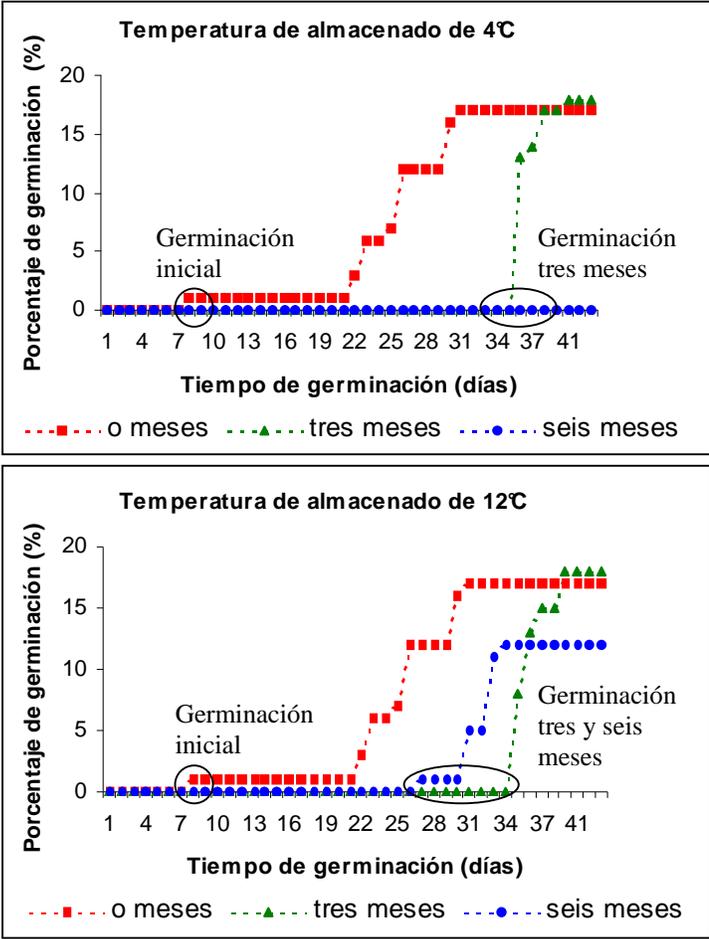


Figura 33. Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de *A. acuminata* (aliso) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C y 12°C e inmersas en agua dur ante 4 horas



**3.1.4 Variación del contenido de humedad en cada período de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento.** Las semillas de aliso almacenadas a 4°C y 12°C, presentaron un incremento en el contenido de humedad a los tres y seis meses (16,1 y 11,6%, respectivamente), con respecto al valor inicial (8,6%). Los resultados obtenidos mostraron que las semillas durante el tiempo de almacenamiento, ganaron humedad; el mayor incremento en la humedad ocurrió en las semillas almacenadas en la temperatura a 4°C, lo cual estuvo relacionado con las disminuciones en los porcentajes de germinación en cada periodo de evaluación, ya que el vigor germinativo fue menor en comparación con las semillas conservadas a 12°C. Al respecto Bermúdez <sup>112</sup>, hace mención que contenidos de humedad mayores a 11% deterioran la semilla.

Las semillas almacenadas a 20°C, presentaron un descenso en el CH, tanto a los tres, como a los seis meses de almacenamiento. Esta disminución de 8.6% (inicio) a 7.3% (seis meses), pudo ocasionar deshidratación de los embriones causando la pérdida de viabilidad de las semillas.

Estas fluctuaciones en el contenido de humedad de la semillas se puede explicar según a lo afirmado por Probert<sup>113</sup>, el cual menciona que la capacidad de retención de la humedad del aire esta directamente relacionado con la temperatura; la humedad relativa del aire que se encuentra dentro del vacío del empaque sellado con la semilla, aumentará si el empaque es refrigerado. Si las semillas son almacenadas con un contenido de humedad dado y son refrigeradas habrá un movimiento de humedad. Lo anterior depende de la relación de la semilla con el espacio y el aire del empaque; si el empaque es grande y la cantidad de semilla es poca, puede ocurrir un incremento en el contenido de humedad de la semilla, ya que si la humedad de estas se encuentra por debajo de la humedad relativa, se presentará un movimiento del vapor de agua desde el sitio más húmedo (en este caso el contenedor de vidrio y plástico), hacia los más secos (semilla).

En el presente estudio, se pudo corroborar este fenómeno, el cual estuvo asociado a la relación de tamaño entre el empaque de almacenado y las semillas, ya que la poca cantidad de estas almacenadas (30 semillas por recipiente) y el empaque utilizado, generó un volumen de aire dentro del recipiente, por lo tanto las semillas fueron más susceptibles a ganar humedad en las temperaturas de almacenamiento a 4 y 12°C. Las semillas almacenadas a 20°C, tuvieron un efecto contrario ya que a mayor temperatura menor fue la humedad relativa dentro del empaque por lo cual estas se deshidrataron a través del tiempo de conservación. De acuerdo con los valores obtenidos a través del termohigrógrafo dispuesto en

---

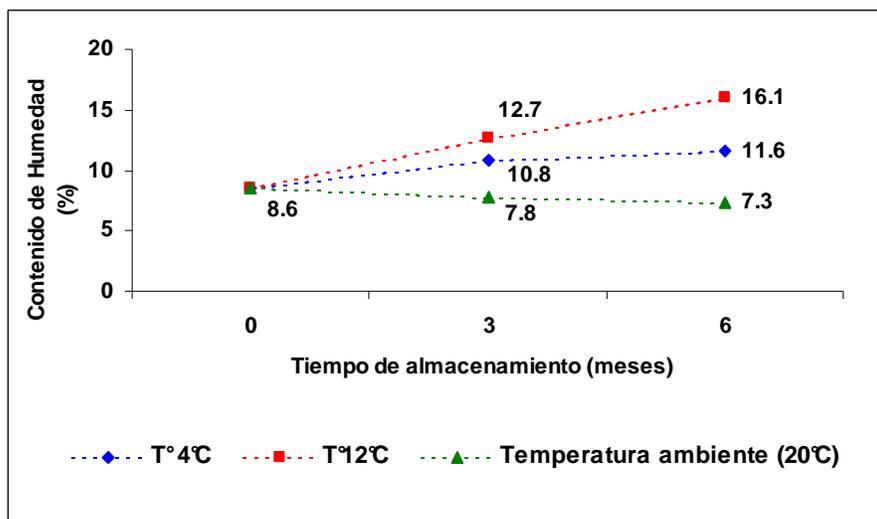
<sup>112</sup> BERMÚDEZ, Op. Cit., p. 15.

<sup>113</sup> PROBERT, Robin. Seed viability under ambient conditions, and the importance of drying. In SMITH, Roger.; DICKIE, John.; LININGTON, Simon.; PRITCHARD, Hugh.; PROBERT, Robin. Seed conservation – turning science into practice. Inglaterra: Royal Botanic Gardens, 2003. p 353 – 356.

cada uno de los cuartos de almacenamiento, se pudo confirmar que la humedad relativa disminuía a medida que aumentaba la temperatura.

De acuerdo a Bermúdez<sup>114</sup>, las fluctuaciones en el CH, pueden originar un mayor riesgo al ataque de hongos, a lo cual se suma un incremento del gradiente respiratorio lo que puede causar muerte o descomposición de las semilla.

**Figura 34. Contenido de humedad de *A. acuminata* (aliso) para cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo**



### 3.2 *Cordia gerascanthus* L. Moldenke

Nombre vulgar: Solera, móncoro.

#### 3.2.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad).

**Pureza:** las semillas de solera presentaron un 77% de pureza, el 23% restante lo constituían restos de inflorescencias (pétalos, sépalos, anteras y estigmas).

<sup>114</sup> BERMÚDEZ, Op. Cit., p 15.

**Análisis de peso (número de semillas por kilogramo):** el peso promedio de 800 semillas, fue de 1,874 g, y un kilogramo contiene 53.408 semillas (Tabla 11). Se aplicó la fórmula citada por Trujillo<sup>115</sup>. Conif<sup>116</sup>, reporta que en Colombia el número de semillas puede variar entre 60.000 a 72.000 kg.

**Tabla 11. Determinación de peso en semillas de *C. gerascanthus* L. Moldenke (8 muestras de 100 semillas c/u)**

Número de muestra	Peso (g)	Número de semillas por Kg
1	1,9394	51562
2	1,8863	53013
3	1,8412	54312
4	1,8754	53321
5	1,7813	56138
6	1,9248	51953
7	1,8901	52907
8	1,8499	54056
<b>Promedio</b>	<b>1,87355</b>	<b>53408</b>
$\sigma_{n-1}$	0,050027	
CV	2,67%	

**Contenido de humedad (CH):** las semillas en estado fresco presentaron un CH inicial de 14.3%. Cuando las semillas fueron sometidas al secado colocándolas en un lugar fresco, suministrándoles aire forzado mediante ventiladores y permaneciendo así por espacio de 6 días, se redujo la humedad a un 9.9%. No fue posible lograr el contenido de humedad propuesto (6-8%), debido a que la tasa de pérdida fue muy lenta y mantener por un mayor tiempo secando las semillas implicaba arriesgar la desecación del embrión por sobre-exposición al secado (Figura 35). No obstante, Conif<sup>117</sup>, recomienda almacenar la semilla con un contenido de humedad de 10.18%, lo cual concuerda con la definición general para semillas ortodoxas. Bermúdez<sup>118</sup>, manifiesta que para este tipo de semillas son aceptables para su conservación, contenidos de humedad entre 7 a 10%.

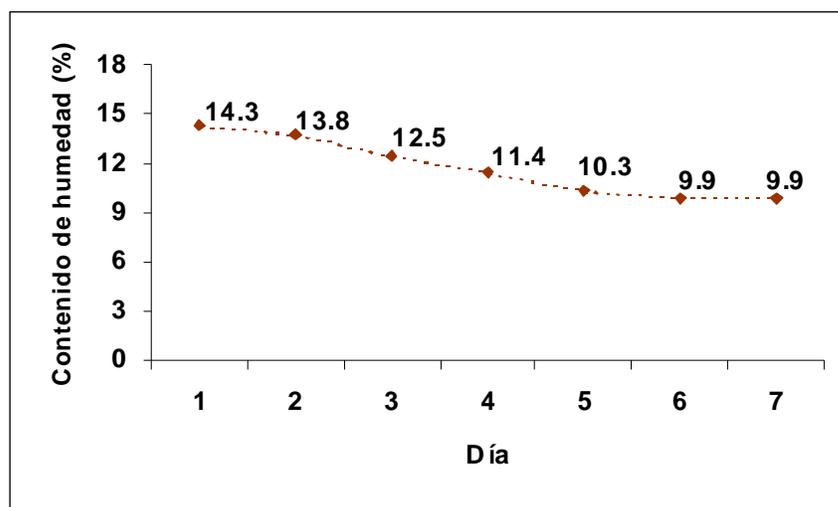
<sup>115</sup> TRUJILLO, Op. cit., 151

<sup>116</sup> CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL, Op. cit., p.91.

<sup>117</sup> Ibid., p.91.

<sup>118</sup> BERMÚDEZ, Op. Cit., p 15.

**Figura 35. Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie *C. gerascanthus* (solera)**



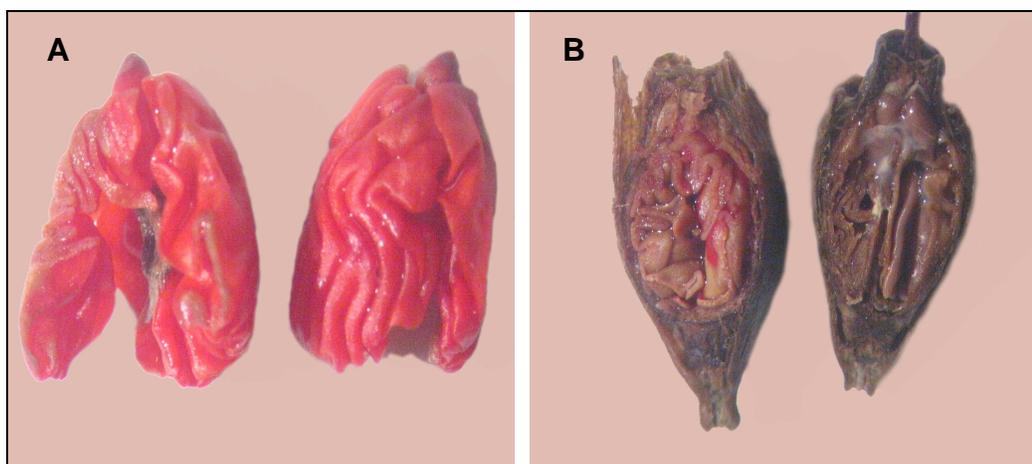
**3.2.2 Viabilidad de la semilla de solera (%).** Las semillas almacenadas a 4°C y 20°C, presentaron una disminución severa en la viabilidad tanto para el tercer como al sexto mes de almacenamiento (Tabla 12). Estos tratamientos, presentaron los porcentajes de viabilidad más bajos, lo cual es ratificado con los porcentajes de germinación obtenidos para esta especie.

El tratamiento a 12°C, mantuvo la viabilidad de la semilla hasta los seis meses de conservación, ya que la pérdida de viabilidad fué mínima durante este periodo. De igual manera los resultados de germinación presentaron este mismo comportamiento, mostrando que esta temperatura es adecuada para almacenar semillas de esta especie. Más adelante se explicará las razones de este comportamiento.

**Tabla 12. Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento**

Temperatura (°C)	Tiempo (Mes)	Número de semillas de la muestra	Número de semillas vivas	Porcentaje de viabilidad (%)
4	0	50	35	70
	3		13	26
	6		14	28
12	0	50	35	70
	3		34	68
	6		31	62
20	0	50	35	70
	3		6	12
	6		7	14

**Figura 36. Tinción de la semilla de *C. gerascanthus* L. Moldenke (solera) A: Viables. B: Dudosas y no viables**



### **3.2.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG), en relación con los manejos pregerminativos empleados.**

□ **Semillas inmersas en agua a temperatura ambiente durante 4 horas (manejo pregerminativo).** El análisis de varianza, mostró que en el tratamiento a 12°C, no existieron diferencias estadísticamente significativas para la variable porcentaje de germinación, por lo tanto la calidad de la semilla se mantuvo a los tres y seis meses de almacenamiento, con respecto a la germinación inicial (Tabla 13, Anexo V).

El análisis de varianza para la variable ND, mostró diferencias significativas del mes inicial respecto con el tercer y sexto mes, presentándose un aumento en el número de días requerido para alcanzar la germinación total, es decir a mayor tiempo de almacenamiento hubo un detrimento en la velocidad germinativa (Anexo W).

La variable VG, solo se presentó una disminución del vigor germinativo a los tres meses de almacenamiento, manteniéndose sin cambios hasta el sexto mes de conservación, lo cual indica que se mantuvo el vigor de las semillas a través del tiempo de almacenamiento (Anexo X).

Para todos los tratamientos de almacenamiento se presentó una disminución en la germinación a los tres meses de conservación y en el vigor germinativo, debido al ataque causado por la hormiga de fuego *Solenopsis geminata*, la cual afectó en pocas horas las semillas que fueron sembradas en el sustrato, siendo difícil hacerle un control inmediato.

De acuerdo con Global invasive species database<sup>119</sup>, una de las posibles causas para que el insecto consuma la semilla, es la preferencia en su dieta alimenticia de alimentos con alto contenido proteínico. Conif<sup>120</sup> al respecto, encontró que las semillas de solera poseen un alto contenido de proteína en el embrión (19.69%). Insectarium virtual<sup>121</sup>, indica que raras veces la hormiga es plaga directa en cultivos, es decir a veces consume las semillas durante la siembra o durante la germinación.

Para evitar que al sexto mes de almacenamiento las semillas sembradas fueran afectadas nuevamente por el insecto, se aplicó el insecticida clorpirifos, al rededor del sustrato.

El análisis de varianza para variable PG mostró diferencias estadísticas significativas en el tratamiento a 4°C hasta los seis meses de conservación, es decir que las semillas tan pronto fueron sometidas al almacenamiento comenzaron el deterioro de las semillas, disminuyendo su calidad (Anexo S).

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas para la variable ND en el tratamiento a 4°C (Anexo T). La prueba de Duncan al 5% mostró a los tres meses de almacenamiento, un incremento en el número de días para alcanzar la germinación total. Para el sexto mes de conservación, el ND mantuvo un valor similar al del tercer mes de almacenamiento. Al parecer, las condiciones de almacenamiento a baja temperatura retrasan la velocidad de germinación. Igual comportamiento presentó el vigor germinativo, ya que la energía germinativa se vió afectada al cabo de tres meses al igual que al sexto mes (Anexo U).

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas para las variables PG, ND, VG en el tratamiento a 20°C (ambiente) (Anexos Y, Z, AA). Este tratamiento registró los más bajos porcentajes de germinación hasta los seis meses de almacenamiento, debido a que al almacenarse a esta temperatura, las semillas continúan sus procesos de respiración, oxidación de lípidos y proteínas, presentando degradación y muerte del embrión perdiendo así su capacidad germinativa.

---

<sup>119</sup> GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. *Solenopsis geminata* (insecto). [En línea]. [Citado el 4 marzo de 2006]. Disponible en Internet. [www.issg.org/database/sPGcies/ecology.asp%3Fsi%3D169%26fr%3D1%26sts%3D&prev=/search%3Fq%3Dsolenopsis%2Bgeminata%26hl%3Des%26lr%3D](http://www.issg.org/database/sPGcies/ecology.asp%3Fsi%3D169%26fr%3D1%26sts%3D&prev=/search%3Fq%3Dsolenopsis%2Bgeminata%26hl%3Des%26lr%3D).

<sup>120</sup> CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL, Op. cit., p.91.

<sup>121</sup> INSECTARIUM VIRTUAL, Op. cit.

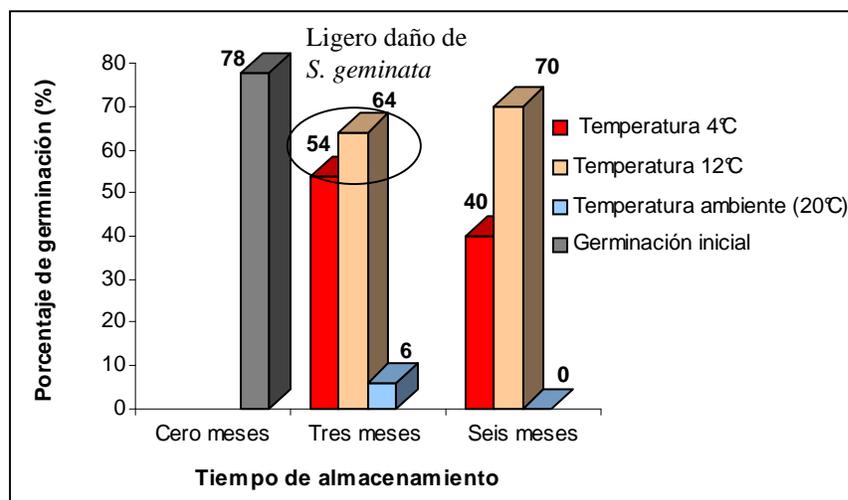
**Tabla 13. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *C. gerascanthus* (solera), con un manejo pregerminativo sumergiendo las semillas en agua durante 4 horas**

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (Mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	78 a	32,43	20 b	15,52	0,187 a	63,15
	3	54*b	31,72	30 *a	5,20	0,037 *b	63,19
	6	40 b	52,71	26 a	35,28	0,067 b	84,64
12	0	78 a	32,43	20 b	15,52	0,187 a	63,15
	3	64*a	23,52	29 *a	11,55	0,053 *b	48,64
	6	70 a	20,20	30 a	10,77	0,174 a	59,02
20	0	78	32,43	20 a	15,52	0,187 a	63,19
	3	6*	140,55	10 *b	131,05	0,002 *b	153,32
	6	0	0	0	0	0	0

Letras no comunes implican diferencias entre promedios para tiempos, por cada temperatura. Prueba de Duncan al 5%.  
 \*Ataque de la hormiga *Solenopsis geminata*

En general, los resultados obtenidos con este manejo pregerminativo mostraron que una baja temperatura (4°C) y la temperatura a 20°C, afectaron el vigor y la germinación de las semillas de solera. La pérdida de calidad en las semillas almacenadas en la temperatura a 20°C, se debe al incrementó de la tasa metabólica de la semilla, lo que causa su deceso.

**Figura 37. Porcentajes de germinación promedio en semillas inmersas en agua durante 4 horas, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo**



**Figura 38. Proceso de germinación de semillas de *C. gerascanthus* L. Moldenke (solera)**



□ **Semillas sin manejo pregerminativo (siembra directa).** El análisis de varianza para los tratamientos a 4°C, 12°C y 20°C ( ambiente), mostró diferencias estadísticas significativas en la variable PG (Tabla 14, Anexos AB, AE, AH). Hubo diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de germinación (prueba de Duncan al 5% de significancia), al inicio, a los tres y seis meses de conservación. Al tercer mes de almacenamiento, estos tratamientos, no presentaron germinación, debido al ataque de la hormiga *S. geminata*, sin embargo la viabilidad de las semillas, evaluadas a través de sales de tetrazolio fué de 26%, 68%, 12% respectivamente, lo que permitió determinar la tendencia de las semillas a perder la capacidad germinativa en los tratamientos a 4 y 20°C. Se observó, que las semillas sin manejo pregerminativo, fueron más susceptibles a este insecto, al parecer fue más fácil el corte y consumo de semillas sin hidratar.

Se realizó un ensayo para comprobar si había preferencia de la hormiga por las semillas que no fueron sumergidas en agua. Para esto se dispusieron 100 semillas en agua por 4 horas antes de la siembra y otras 100 sin manejo pregerminativo. Se observaron diariamente las semillas durante 5 días, mostrando que el insecto prefirió aquellas que no fueron humedecidas causando altos porcentajes de daño (70%).

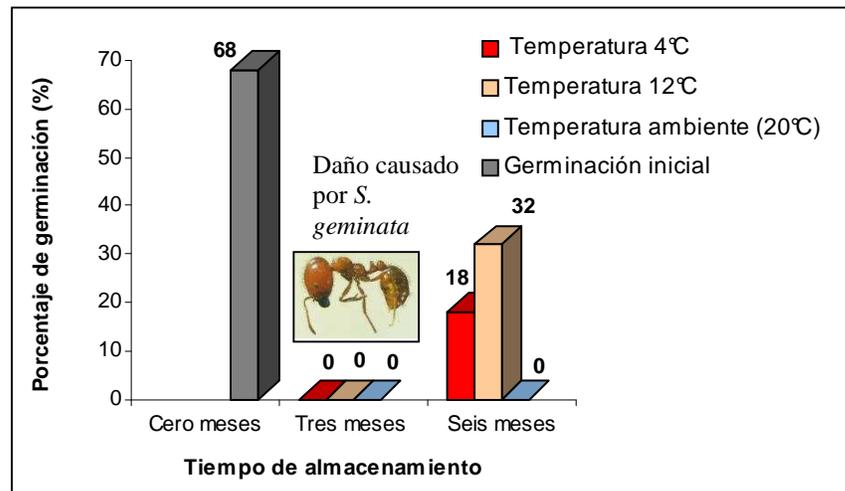
Las variables ND y VG, de los tratamientos 4°C, 12°C y 20°C presentaron diferencias estadísticamente significativas, al tercer y sexto mes de almacenamiento respecto al mes inicial, con una pérdida de energía y velocidad de germinación al final del almacenamiento (Anexos AC, AF, AI, AD, AG, AJ).

Tabla 14. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *C. gerascanthus* (solera), sin ningún manejo pregerminativo

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (Mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	68	18,078	20	16,26	0,14	47,13
	3	0*	0	0*	0	0*	0
	6	18	73,142	22	54,17	0,02	129,91
12	0	68	18,078	20	16,26	0,14	47,13
	3	0*	0	0*	0	0*	0
	6	32	73,362	22	53,79	0,07	105,41
20	0	68	18,078	20	16,26	0,14	47,13
	3	0*	0	0*	0	0*	0
	6	0	0	0	0	0	0

\* Ataque de la hormiga *Solenopsis geminata*

Figura 39. Porcentajes de germinación promedio en semillas sin ningún manejo pregerminativo (siembra directa), para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo



Para este estudio, los resultados permitieron determinar que las semillas que se sometieron a la inmersión en agua por 4 horas, fueron más vigorosas que aquellas que se sembraron directamente en los germinadores sin manejo pregerminativo.

Al parecer la imbibición de agua en las semillas de solera activaron la germinación, estimulando una mayor velocidad y vigor germinativo. Niembro<sup>122</sup> menciona al respecto, que los remojos permiten acelerar los procesos de hidrólisis (descomposición de los compuestos químicos por acción del agua), de las reservas del embrión por lo tanto acelerando la germinación de la semilla.

Estudios realizados por Ofi y Catie<sup>123</sup>, mencionan que las semillas de esta especie, se pueden almacenar a una temperatura de 5°C, en contenedores herméticos. Sin embargo, para esta investigación, los resultados indicaron que la mejor temperatura de almacenado hasta los seis meses fue a 12°C y sumergidas en agua (manejo pregerminativo). En tanto, que las semillas almacenadas en la temperatura a 4°C, perdieron gradualmente la capacidad germinativa hasta los seis meses de evaluación.

---

<sup>122</sup> NIEMBRO, Semillas forestales, Op. Cit., p.86.

<sup>123</sup> OFI-CATIE. Arboles de Centroamérica – *Cordia gerascanthus*. [En línea] [Citado el 7 marzo de 2006]. Disponible en Internet. [http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_y\\_anexos/cordia\\_gerascanthus.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/cordia_gerascanthus.pdf).

Figura 40. Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de *C. gerascanthus* (solera) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C y 12°C, inmersas en agua dura nte 4 horas

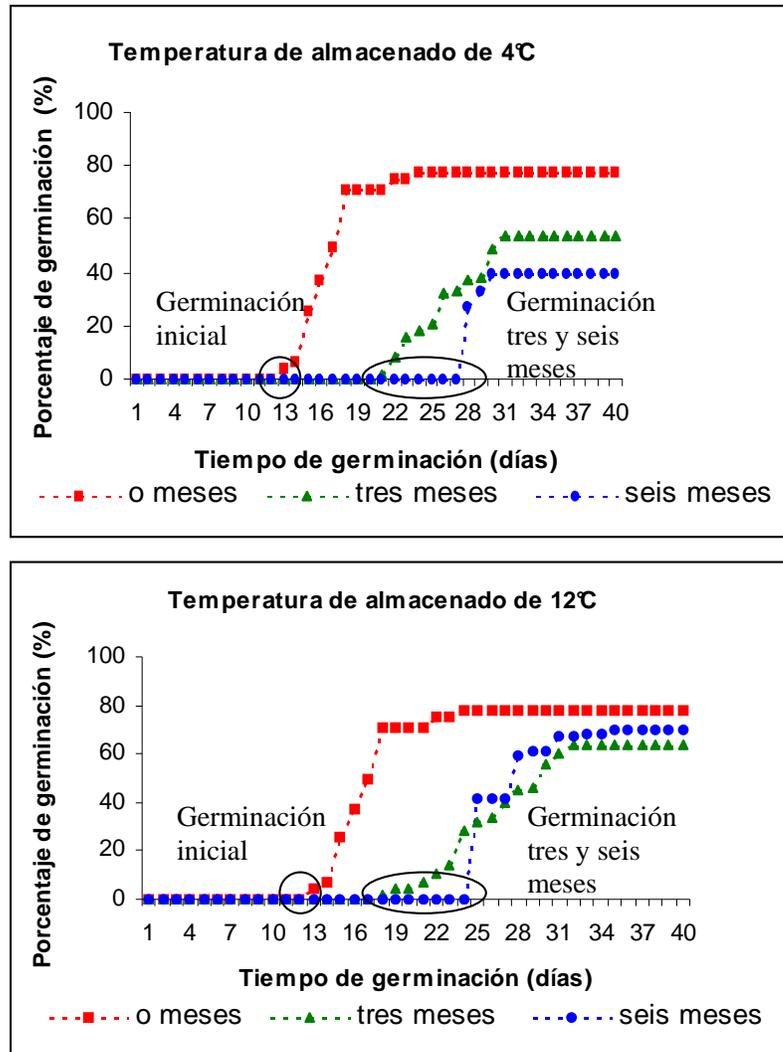
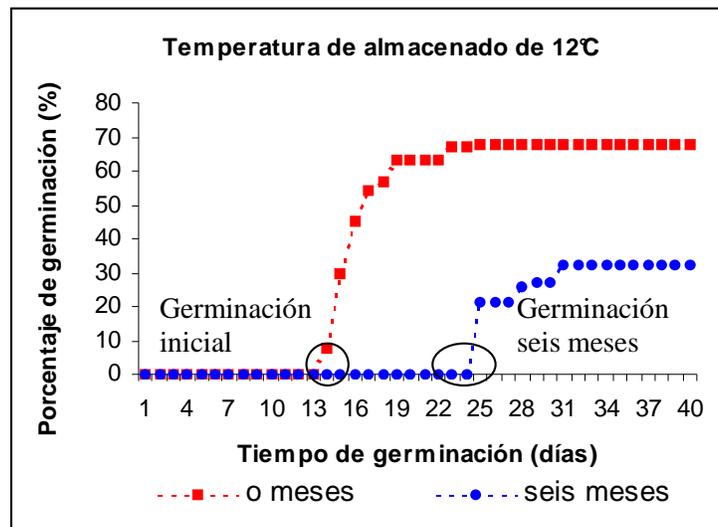
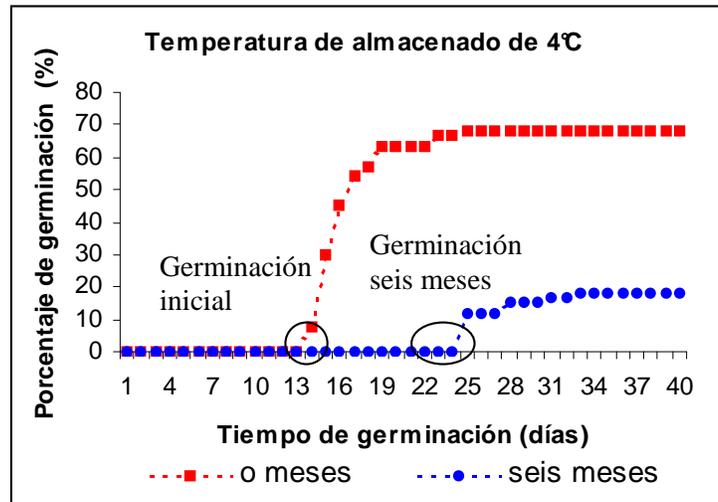


Figura 41. Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de *C. gerascanthus* (solera) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C y 12°C, sin manejo pregerminativo



Las curvas de germinación acumulada, indicaron que el inicio de la germinación con y sin manejo pregerminativo, se dio en promedio a los 13 días después de la siembra (Figuras 40 y 41). En semillas inmersas en agua, los tratamientos a 4°C y 12°C, disminuyeron su velocidad de germinación, ya que a los tres meses de almacenamiento, inició en promedio a los 19 días y para el sexto mes, tardó 26 días.

Las semillas sin manejo pregerminativo (siembra directa), en los tratamientos 4°C y 12°C, aumentaron a 25 días en promedio, el inicio de la germinación en el sexto mes de almacenamiento.

Estos resultados, permitieron corroborar que los dos manejos pregerminativos aplicados, tanto en la energía y la velocidad de germinación en las semillas sumergidas en agua fue mayor en comparación a aquellas sembradas directamente en los germinadores (sin manejo pregerminativo), lo que indica que el manejo pregerminativo es favorable para la germinación de las semillas de esta especie.

Ofi y Catie<sup>124</sup>, señala que la germinación se inicia a los 6 días y se prolonga hasta unos 30 días. De acuerdo con esto, la semilla de solera en este trabajo, tardó más tiempo en comenzar la germinación, sin embargo el vigor germinativo de las semillas se mantuvo a través del tiempo de almacenamiento en el tratamiento a 12°C. Rodríguez y Nieto<sup>125</sup>, mencionan que la importancia de determinar la velocidad, radica en la teoría de que solo las semillas de rápida germinación tendrán mayor posibilidad de producir plántulas sanas y resistentes a las condiciones de campo.

**3.2.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento.** Los tratamientos a 4°C y 12°C, mantuvieron su contenido de humedad en un intervalo de 9 a 11%, hasta los seis meses de almacenamiento, es decir que las fluctuaciones fueron leves, lo que permitió que las semillas se mantuvieran más viables que las almacenadas en el tratamiento a 20°C, cuyo contenido de humedad disminuyó a 8,8% al sexto mes de almacenamiento. Bermúdez<sup>126</sup>, cita que la deshidratación de las semillas puede ocasionar daños irreversibles por resecamiento de los embriones y por la autooxidación de lípidos.

---

<sup>124</sup> OFI-CATIE, Op. cit.

<sup>125</sup> RODRÍGUEZ Y NIETO, Op. cit., p.89.

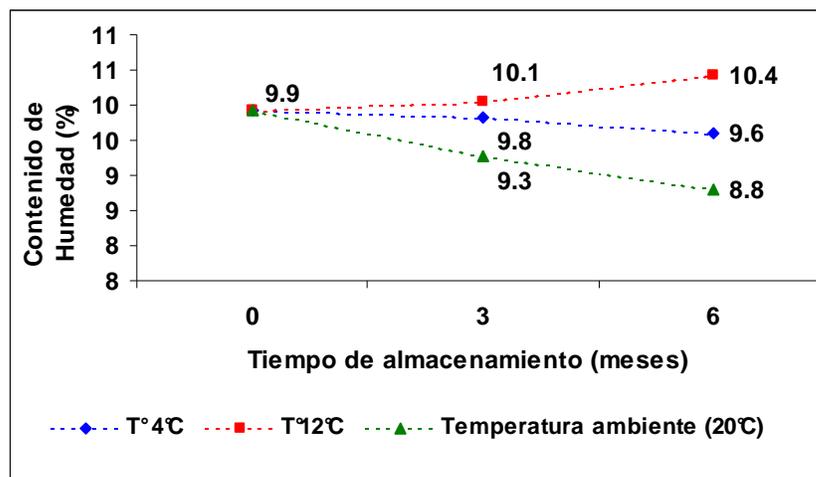
<sup>126</sup> BERMÚDEZ, Op. cit., p.15.

Conif<sup>127</sup>, evaluó semillas de solera almacenadas con diferentes CH, empaques y temperaturas, calculando la variación del contenido de humedad en cada periodo (60, 180, 300 y 420 días). Los mejores resultados al final de la prueba se presentaron cuando la humedad de la semilla estuvo por debajo de 7.8%, y los peores cuando el CH fue superior a 9.31%.

Al comparar los resultados anteriores con lo obtenido en esta investigación, se pudo observar que las semillas que fluctuaron entre 9 y 11% de CH (tratamientos 4 y 12°C), obtuvieron porcentajes de germinación superiores a los presentados en semillas cuyo contenido de humedad osciló por debajo de 9.93% de CH (tratamiento a 20°C), a través del tiempo de almacenamiento.

Bryant<sup>128</sup>, señala que la pérdida o ganancia de humedad en la semilla depende de las características de la testa o cubiertas seminales (espesor), y por la composición química del endospermo, donde el tipo de sustancia de reserva predominante, determina un mayor o menor grado de higroscopicidad (intercambio de humedad con el medio ambiente). En este trabajo, se observó que las semillas de solera empacadas en bolsas plásticas dentro de frascos de vidrio, no oscilaron severamente en su contenido de humedad a través del tiempo de almacenamiento. Conif<sup>129</sup>, menciona que la grasa presente en la semilla de solera hace que la pérdida de agua sea lenta; al parecer esta condición permitió que las semillas almacenadas no fluctuaran drásticamente durante los seis meses.

**Figura 42. Contenido de humedad de *C. gerascanthus* (solera) por cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo**



<sup>127</sup> CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL, Op. cit., p. 91.

<sup>128</sup> BRYANT, J.A. Seed physiology. Edward Arnol. London: 1985. 167p.

<sup>129</sup> CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL, Op. cit., p.91.

### 3.3 *Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson.

**Nombre vulgar:** Cedrillo, trompillo, cartagüeño.

#### 3.3.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad).

**Pureza:** las semillas de cedrillo presentaron una pureza del 94%. Acero<sup>130</sup>, reporta para una especie del mismo género (*Guarea kunthiana*), una pureza del 100%, debido a que los frutos de estas dos especies son cápsulas dehiscentes, que al liberar la semilla no desprenden residuos, es decir no hay contaminación, lo que permite un mejor manejo de las semillas.

**Análisis de peso (número de semillas por kg.):** el número de semillas por kg aplicando la fórmula citada por Trujillo<sup>131</sup>, fue 2.963, (Tabla 15). Este número de semillas fue similar a lo reportado por Weaver<sup>132</sup>, quien registró en dos experimentos realizados en Puerto Rico, 2.170 y 2.990 semillas/kg. respectivamente. Catie<sup>133</sup>, reporta que un kilogramo puede contener al rededor de 2.000 semillas.

**Tabla 15. Determinación de peso en lote de semillas de *G. guidonia* (Jacq). P. Willson (8 muestras de 100 semillas c/u)**

Número de muestra	Peso (g)	Número de semillas Kg
1	32,918	3037
2	35,102	2848
3	36,336	2752
4	32,370	3089
5	33,763	2961
6	32,066	3118
7	31,949	3129
8	36,140	2767
<b>Promedio</b>	<b>33,831</b>	<b>2963</b>
$\sigma_{n-1}$	1,806916	
CV	5,34%	

<sup>130</sup> ACERO, Op. cit., p. 215.

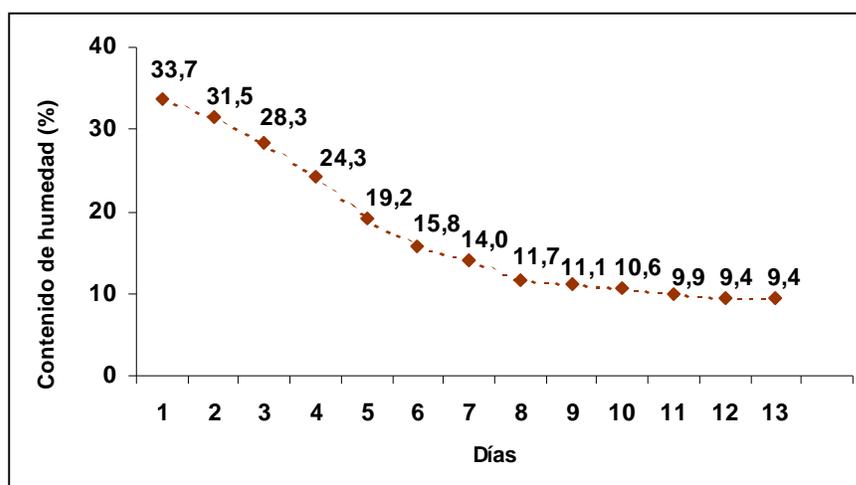
<sup>131</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Op. cit., p 151.

<sup>132</sup> WEAVER, PGter L. *Guarea guidonia* (L) Sleumer. [En línea] [New Orleans]. Department of agriculture, forest service, southern forest experiment station 1988. [Consultado el 25 febrero 2006] . Disponible en Internet. Http://www.fs.fed.us/global/iitf/Guareaguidonia.pdf.

<sup>133</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA., /*Guarea guara*/ (Jacq.) P. Willson, Op. cit., p. 2.

**Contenido de humedad (CH):** las semillas en estado fresco presentaron un CH de 34%. Este resultado coincide con lo señalado por Catie<sup>134</sup>, que reporta que el porcentaje de CH al comienzo en esta especie es alto (36%). Posteriormente, su contenido de humedad disminuyó hasta un 9,4%, durante trece días de secado (figura 43).

**Figura. 43. Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie *G. guidonia* (cedrillo)**



### 3.3.2 Viabilidad de la semilla de cedrillo (%).

Las semillas almacenadas en los tratamientos a 4°C y 20°C, presentaron una leve disminución de la viabilidad hasta el tercer mes de conservación, para el sexto mes, la reducción fue mayor como se aprecia en la en tabla 16.

En el tratamiento a 12°C, las semillas presentaron una pérdida de viabilidad del 39% con respecto a la inicial, durante los tres y seis meses de almacenamiento.

Los datos obtenidos en la prueba de viabilidad, no mostraron concordancia con los porcentajes de germinación en este estudio, debido a que la prueba de tetrazolio, muestra, a pesar de estar vivas, solo la tinción de los tejidos vivos del embrión, sin tener en cuenta que ciertas semillas pueden presentar algún tipo de latencia que inhiben el proceso de germinación. Niembro<sup>135</sup>, hace mención a que muchas semillas presentan embriones morfológicamente completos, pero fisiológicamente inmaduros. Por lo anterior, puede inferirse que las semillas de cedrillo, están

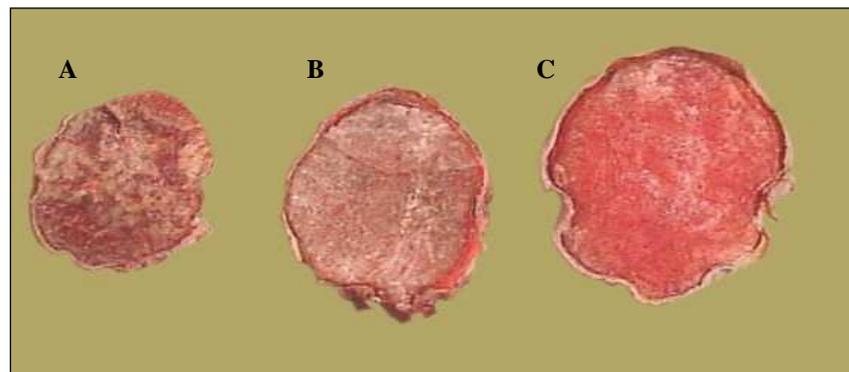
<sup>134</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA., /*Guarea guara*l (Jacq.) P. Willson, Op. cit., p. 2.

<sup>135</sup> NIEMBRO, Semillas de plantas leñosas, Op. cit., p 93.

condicionadas a algún tipo de latencia, que impiden que la semilla manifieste su capacidad de germinación.

La prueba de viabilidad permite conocer en forma rápida, la germinación a obtener en el caso de que las condiciones óptimas para este proceso se presenten y no posean ningún tipo de latencia, pero no necesariamente refleja el comportamiento real de la germinación de las semillas sembradas en sustrato.

**Figura 44. Tinción de la semilla de *G. guidonia* (Jacq). P. Willson (cedrillo). A: No viables. B: Dudosas. C: Viables**



**Tabla 16. Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento**

Temperatura (°C)	Tiempo (Mes)	Número de semillas de la muestra	Número de semillas vivas	Porcentaje de viabilidad (%)
4	0	50	41	82
	3		38	76
	6		25	50
12	0	50	41	82
	3		25	50
	6		27	54
20	0	50	41	82
	3		39	78
	6		23	46

### **3.3.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG), en relación con los manejos pregerminativos empleados.**

- **Semillas escarificadas, despunte con esmeril (manejo pregerminativo).** El análisis de varianza no presentó diferencias estadísticamente significativas para la variable porcentaje de germinación en el tratamiento a 12°C, por lo tanto la calidad de la semilla se mantuvo a los tres y seis meses de almacenamiento, con respecto a la germinación inicial (Tabla, 17, Anexo AN).

La variable ND, presentó diferencias estadísticamente significativas en el tratamiento a 12°C, es decir que hubo un incremento en el número de días necesarios para lograr la germinación total, tanto al tercer como al sexto mes de almacenamiento (Anexo AN).

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la variable (VG), mostrando que hubo una pérdida a partir del tercer mes de almacenamiento, permaneciendo este valor igual hasta el sexto mes de conservación en el tratamiento a 12°C (Anexo AO). En estas dos variables (ND y VG), las semillas que fueron sometidas a condiciones de almacenamiento, disminuyeron la energía y la velocidad de germinación (en los tres primeros meses); posteriormente, al tercer mes la pérdida fue menos severa.

El análisis de varianza para la variable PG en los tratamientos a 4°C y 20°C, mostró diferencias estadísticas significativas (Anexos AK, AF). La prueba de Duncan al 5% mostró un detrimento en la germinación a los tres y seis meses de almacenamiento, respecto a los porcentajes de germinación iniciales. De igual forma la variable VG al tercer y sexto mes de conservación mostró que las semillas perdieron vigor germinativo (Anexo AM, AR).

Se observó que las semillas de cedrillo catalogadas como de tipo ortodoxo, almacenadas a una temperatura baja (4°C) y una temperatura de 20°C, afectaron la calidad, lo cual se vió reflejado en la pérdida de velocidad y vigor germinativo.

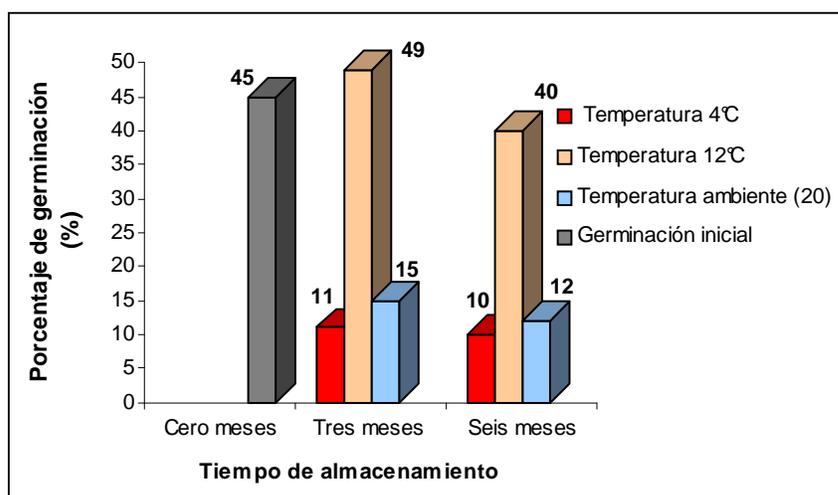
De acuerdo con los resultados encontrados, se puede afirmar que las semillas de esta especie para conservar la calidad y vigor germinativo, se deben mantener en una temperatura de 12°C, lo cual ayudará a disminuir los riesgos de daño y mantendrá la semilla viva por un periodo mínimo de seis meses bajo condiciones de almacenamiento.

Tabla 17. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *G. guidonia* (cedrillo), con un despunte de la semilla con esmeril

TEMPERATURA °C	TIEMPO (mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	45 a	43,51	51 a	4,69	0,00937 a	67,552
	3	11 b	100,05	40 a	87,69	0,00057 b	133,435
	6	10 b	105,41	42 a	87,09	0,00042 b	148,341
12	0	45 a	43,51	51 b	4,69	0,00937 a	67,552
	3	49 a	17,87	72 a	8,25	0,00486 b	41,537
	6	40 a	35,36	74 a	8,50	0,00336 b	71,638
20	0	45 a	43,51	51 a	4,69	0,00937 a	67,552
	3	15 b	56,66	66 a	39,96	0,0005 b	74,526
	6	12 b	102,44	45 a	86,61	0,00047 b	120,389

Letras no comunes implican diferencias entre promedios para tiempos, por cada temperatura. Prueba de Duncan al 5%.

Figura 45. Porcentajes de germinación promedio en semillas con un despunte con esmeril, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo



**Figura 46: Proceso de germinación de semillas de *G. guidonia* (Jacq). P. Willson (cedrillo)**



- **Semillas expuestas en agua caliente (punto de ebullición), por dos minutos y posteriormente dejada en reposo en agua (temperatura ambiente), por 48 horas (manejo pregerminativo).** No es conveniente para las semillas de cedrillo este manejo pregerminativo, ya que causó la pérdida total de la germinación y del vigor germinativo, como lo indican los resultados de la tabla 18. No existen reportes que corroboren la perdida total de germinación con este manejo pregerminativo.

**Tabla 18. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *G. guidonia* (cedrillo), en semillas expuestas en agua caliente (punto ebullición), y en agua por 48 horas**

TEMPERATURA °C	TIEMPO (mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0

Niembro<sup>136</sup>, menciona que la temperatura del agua como el tiempo de inmersión, deberán determinarse correctamente si se quieren obtener buenos resultados. El mismo autor señala que tiempos de inmersión prolongados en agua caliente, ocasionan por lo general daños irreversibles en las semillas afectando drásticamente la germinación. Otra causa de muerte puede ser el remojo prolongado de semillas, ya que son perjudiciales dado que impiden la aireación y la semilla muere por asfixia, o bien por la exosmosis (difusión u ósmosis del interior hacia afuera a través de las paredes) de enzimas y nutrientes.

Como conclusión de lo obtenido, para esta especie, se deduce que el tiempo de exposición de las semillas en agua caliente pudo ser muy prolongado al igual que la hidratación por 48 horas en agua, causando el daño en los embriones.

Catie<sup>137</sup>, menciona que las semillas pueden ser almacenadas entre 3 a 6 meses en condiciones ambientales y durante un año en refrigeración, en bolsas plásticas y selladas, recomienda además para su almacenamiento ubicar las semillas en cámaras frías con temperaturas entre 4 a 5°C.

Los resultados obtenidos en esta investigación, difieren con lo citado, debido a que los tratamientos 4°C y 20°C (ambiente), presentaron un detrimento en la germinación y el vigor germinativo a partir del tercer mes de almacenamiento. Al parecer, las condiciones ambientales de la bodega de Cenicafé (donde se almacenaron las semillas), como la temperatura promedio de 20°C, causó el detrimento de las semillas; por otro lado, la temperatura baja (4°C), también afectó la calidad, ya que el contenido de humedad de las semillas se incrementó. Se detallará más adelante las posibles causas de este fenómeno.

En la figura 47 se detallan las curvas de germinación acumulada, en las cuales se observa que la germinación comenzó en promedio a los 34 días después de la siembra. Catie<sup>138</sup>, reporta que en semilla fresca la germinación se inicia entre 30 a 47 días después de la siembra. En los tratamientos a 4°C y 20°C (ambiente), la semilla disminuyó su velocidad de germinación, ya que a los tres y seis meses posterior al almacenamiento, la semilla tardó un mayor tiempo en germinar, respecto a la germinación inicial, lo que ratifica la pérdida de vigor para las semillas sometidas a estas condiciones.

Niembro<sup>139</sup>, hace referencia que cuando las semillas son almacenadas a elevadas temperaturas se incrementa su tasa metabólica, o bien se destruyen algunas

---

<sup>136</sup> NIEMBRO, Semillas de plantas leñosas, Op. cit., p 93.

<sup>137</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, *Guarea guaral* (Jacq.) P. Willson, Op. cit., p 2.

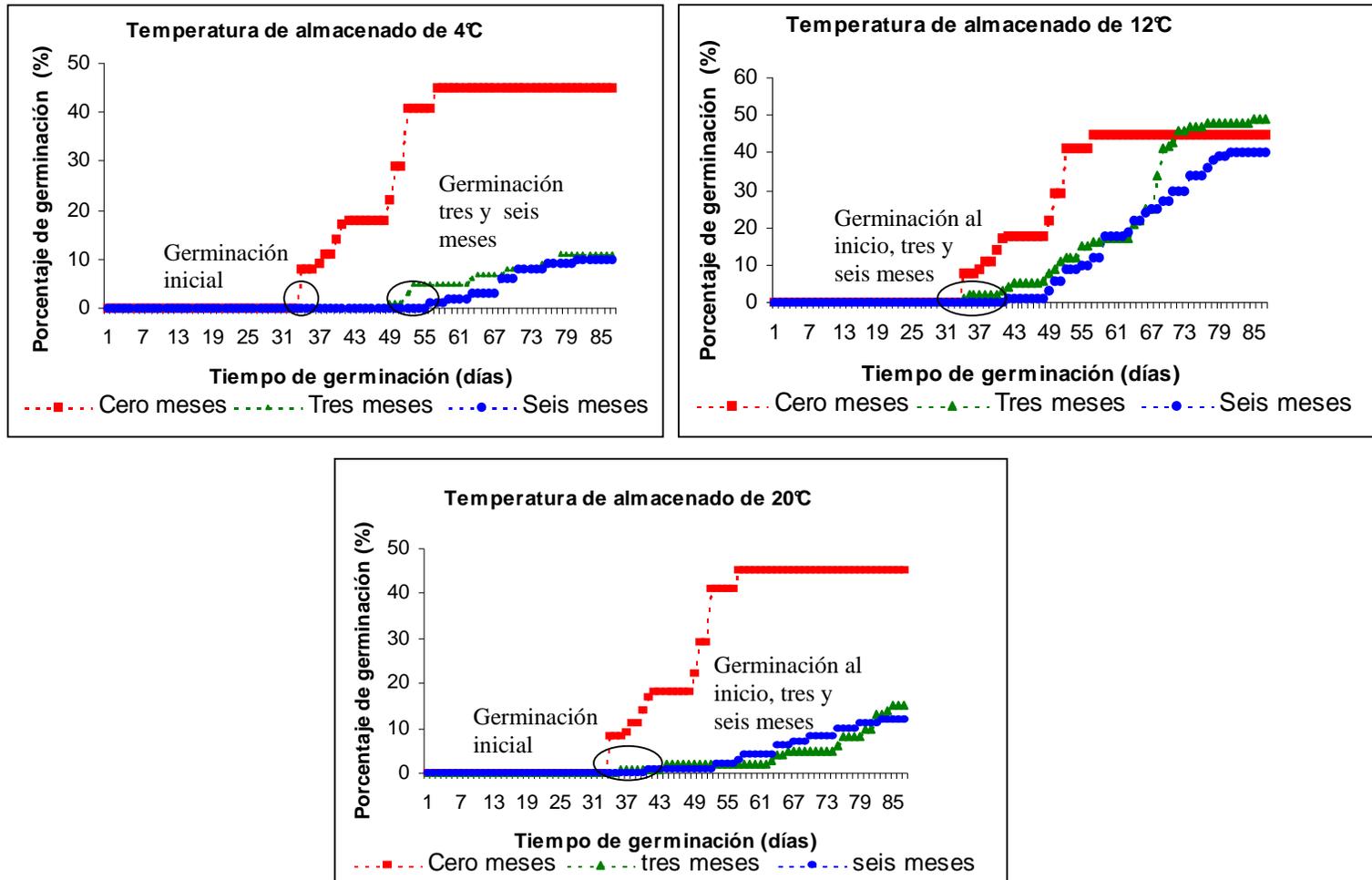
<sup>138</sup> *Ibid.*, p.2.

<sup>139</sup> NIEMBRO, Semillas de plantas leñosas, Op. cit., p 93.

enzimas; es posible que en las semillas almacenadas a la temperatura ambiente (20°C), se haya presentado este proceso, disminuyendo la calidad y la velocidad de germinación de las semillas.

Las semillas almacenadas en el tratamiento a 12°C, no presentaron incrementos en el inicio de la germinación tanto a los tres y seis meses de almacenamiento, con respecto al comienzo de la prueba. Por tanto, la germinación de las semillas en este tratamiento mantuvo su velocidad germinativa hasta los seis meses de almacenamiento.

Figura 47. Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de *G. guidonia* (cedrillo) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C, 12°C y ambiente (20°C), despuntadas con esmeril



**3.3.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento.** Al realizar la prueba de contenido de humedad (CH), en cada período de muestreo y por cada tratamiento se observó que todas las semillas almacenadas en las temperaturas a 4°C, 12°C y 20°C (ambiente), elevaron excesivamente su CH (> 31 %), tanto a los tres como a los seis meses de conservación.

Al parecer, el tamaño del empaque utilizado para el almacenamiento (bolsa plástica dentro de frascos de vidrio), no fue el adecuado, ya que la cantidad de semilla dispuestas en los recipientes fue muy poca, lo cual originó un volumen de aire dentro del recipiente, por lo tanto la semillas fueron más propensas a ganar humedad en todos los tratamientos. De acuerdo con Probert<sup>140</sup>, la capacidad de retención de la humedad del aire esta directamente relacionado con la temperatura; de tal forma que la humedad relativa del aire que se encuentra dentro del vacío del empaque sellado con la semilla, aumentará si el empaque es refrigerado, por lo cual ocurre un incremento en el contenido de humedad de la semilla. Si la humedad de la semilla se encuentra por debajo de la humedad relativa dentro del empaque de almacenado, se presentará un movimiento del vapor de agua desde el aire que rodea la semilla (en este caso el contenedor de vidrio y plástico), hacia la superficie de la misma (semilla).

Mujica, y Jacobsen *et al.*<sup>141</sup>, mencionan que períodos altos de humedad relativa (HR), pueden provocar un aumento de la humedad de la semilla almacenada. Al observar, los datos diarios de la humedad relativa que fueron registrados por el termohigrógrafo, dispuesto en la bodega (temperatura ambiente) y en los cuartos fríos (4°C y 12°C), mostraron que en promedio la HR fluctuó entre un 75 a 90%. Este valor fue alto, y pudo ocasionar fluctuaciones en la humedad de la semilla. Al respecto Riaño<sup>142</sup>, opina que por lo general los empaques convencionales que se utilizan para el almacenamiento como, son los frascos, bolsas, entre otros, permiten en muy pequeñas cantidades la entrada de humedad hacia el interior, lo cual origina un incremento de la humedad de las semillas. El mismo autor señala que para evitar estos inconvenientes se debe aplicar silica gel dentro de los empaques, el cual absorbe la humedad circundante en los recipientes.

---

<sup>140</sup> PROBERT, Op. Cit, p. 353 – 356.

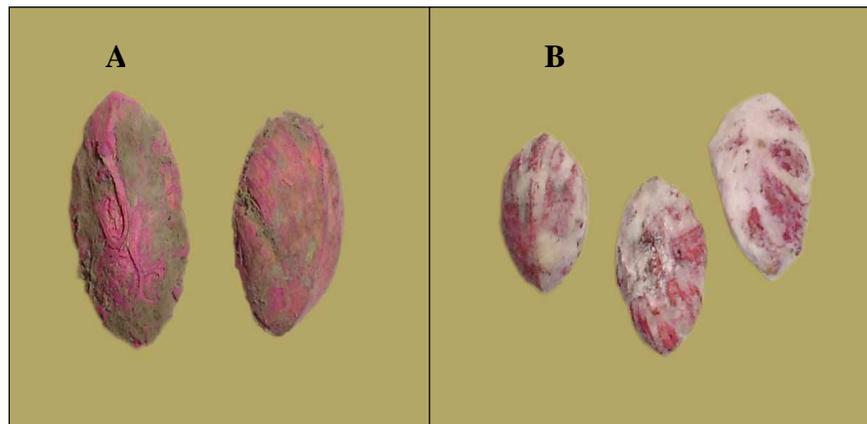
<sup>141</sup> JACOBSEN, E.; MUJICA, Angel. Almacenamiento de la semilla de quinua. [En línea] [Citado el 23 abril de 2006]. Disponible en <http://www.fao.org/Regional/Lamerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro14/cap5.8.htm>.

<sup>142</sup> Entrevista con Néstor Miguel Riaño Herrera, Ing. Agrónomo Ph.D. INVESTIGADOR CIENTIFICO II Fisiología Vegetal, Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé. Chinchiná – Caldas, 8 de mayo de 2006.

Como consecuencia del aumento de CH, en el tercer mes de almacenamiento las semillas que se encontraban a 20°C, presentaron un ataque severo de hongos del género *Penicillium* y *Aspergillus* (Figura 48), afectando aproximadamente un 50% y 70% de la semilla almacenada respectivamente. Bermúdez<sup>143</sup>, afirma que el almacenamiento por periodos superiores a un año, las altas temperaturas (mayor a 25°C), y la humedad relativa mayor a 70%, incrementan la invasión de microorganismos e insectos en la semilla. Además, los hongos catalogados como patógenos pueden crecer sobre semillas con un contenido de humedad determinado, a una humedad relativa entre el 75 y 90%. Los géneros más representativos son *Aspergillus* y *Penicillium*.

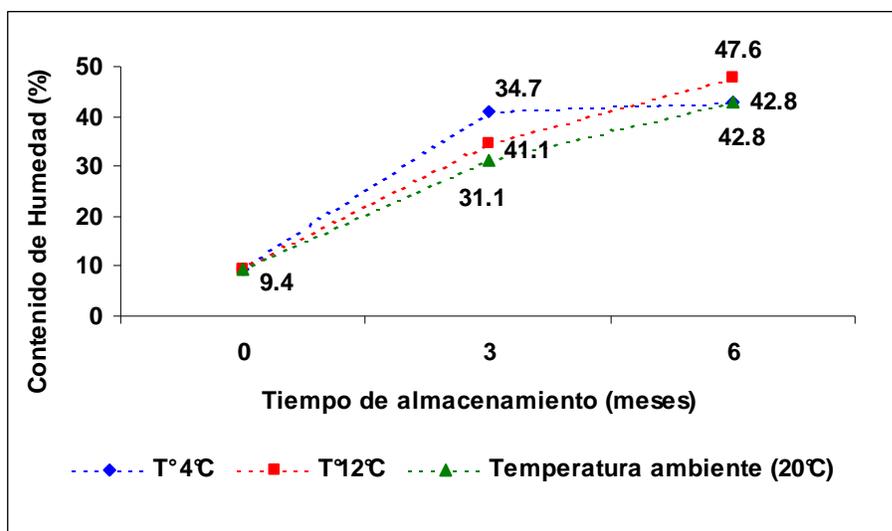
Probablemente, las condiciones que se presentaron en la semilla de cedrillo (CH alto) y en los cuartos de almacenamiento (temperatura de 12°C y 20°C y una HR entre 75 a 90%), ofrecieron condiciones adecuadas para la propagación del hongo. Estos patógenos, de acuerdo con los resultados mostrados para las distintas variables evaluadas, solo afectaron el porcentaje de germinación de las semillas conservadas en la temperatura ambiente, mientras que en el tratamiento a 12°C, no se evidenció hasta el sexto mes de evaluación pérdida en la calidad de la semilla. El tratamiento a 4°C, no mostró ataque de los hongos, debido posiblemente a que *Aspergillus* y *Penicillium* necesitan temperaturas superiores 25°C, para su desarrollo.

**Figura 48: Ataque inicial en semillas de *G. guidonia* (Jacq). P. Willson (cedrillo), de los hongos. A: *Penicillium*. B: *Aspergillus***



<sup>143</sup> BERMUDEZ, Op. cit., p. 15.

**Figura 49. Contenido de humedad de *G. guidonia* (cedrillo) por cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo**



### 3.4 *Juglans neotropica* (Diels)

**Nombre vulgar:** cedro negro, cedro nogal.

#### 3.4.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)

**Pureza:** el porcentaje de pureza para las semillas de cedro negro fue del 98%. Las nueces por su gran tamaño (2,8 a 4,7 cm), son más fáciles de manipular, lo cual permite dejar menos cantidad de residuos.

**Análisis de peso (número de semillas por kilogramo):** la prueba permitió determinar que el peso promedio de 200 semillas fue 3.316 g; aplicando la fórmula citada por Trujillo<sup>144</sup>, un kilogramo contiene en promedio 30 semillas. Para cedro negro, el tamaño de la semilla es variable de acuerdo al sitio de desarrollo, por lo cual Catie<sup>145</sup>, reportan un valor entre 50 a 200 semillas por kilogramo.

<sup>144</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Op. cit., p. 151.

<sup>145</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Costa Rica. *Juglans olanchanum* Standl. & L. Wms. Familia: Juglandaceae. Turrialba: CATIE, 2000. 2p. (Nota técnica sobre el manejo de semillas forestales N°126).

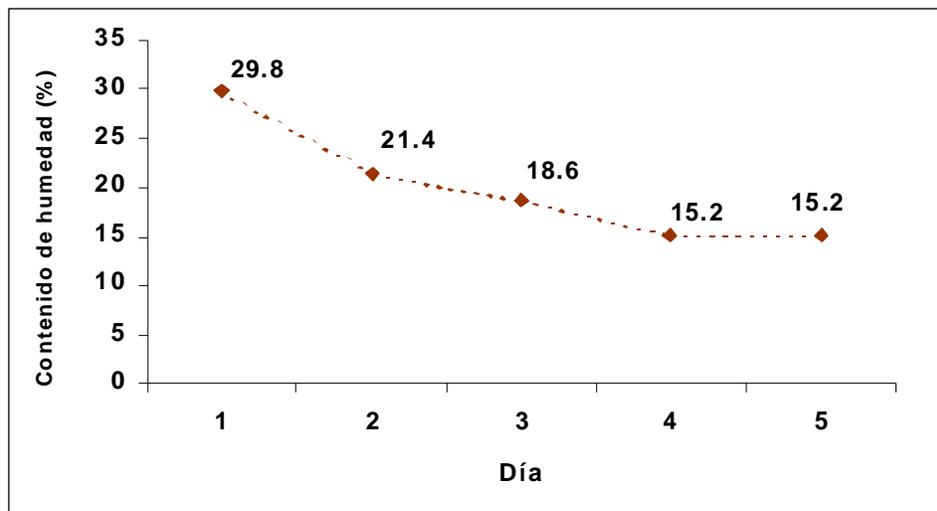
**Tabla 19. Determinación del peso de las semillas de *J. neotropica* (Diels) (2 muestras de 100 semillas c/u)**

Número de muestra	Peso (g)	Número de semillas por Kg
1	3290	30
2	3343	29
<b>Promedio</b>	<b>3316.9</b>	<b>30</b>
$\sigma_{n-1}$	36.91097	
CV	1.11%	

**Contenido de humedad (CH):** las semillas inicialmente presentaron un CH de 30% (Figura 50), el cual se considera alto, de acuerdo con Catie<sup>146</sup>, quienes reportan un CH inicial que varía entre 9 a 10%.

Cuando las semillas fueron sometidas al secado por medio de ventilación al día sexto, disminuyeron su contenido de humedad hasta un 15%, hasta el sexto día de secado, tiempo al cual la semilla fue almacenada en cada uno de los tratamientos. Son escasos, los estudios acerca del contenido de humedad adecuado para el almacenamiento de la semilla de *J. neotropica*. Catie<sup>147</sup>, para la especie *J. olanchanum* recomiendan conservarla con un CH de 15%.

**Figura. 50. Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie *J. neotropica* (cedro negro)**



<sup>146</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, *Juglans neotropica* Standl. & L. Wms., Op. cit., p. 2.

<sup>147</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, *Juglans olanchanum* Standl. & L. Wms., Op. cit., p. 2.

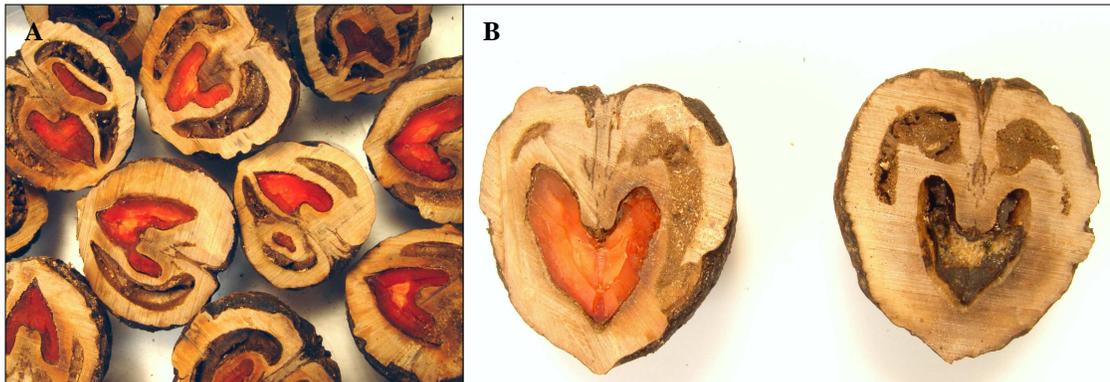
**3.4.2 Viabilidad de la semilla de cedro negro (%).** La prueba de tinción con sales de tetrazolio, mostró que las semillas almacenadas en cada tratamiento a 4°C, 12°C y 20°C, presentaron un comportamiento similar, ya que hasta el sexto mes de conservación las fluctuaciones en el porcentaje de viabilidad fueron mínimas en comparación a la viabilidad inicial.

Los resultados de la prueba de viabilidad, no coincidieron con el porcentaje de germinación que se realizó en este estudio, debido a que esta especie posee una latencia innata por la consistencia dura de la testa, lo cual no permite que la semilla manifieste totalmente su capacidad de germinación en un período determinado.

Esta condición, esta asociada según lo citan López y Piedrahita<sup>148</sup>, con la retención de inhibidores que están contenidos en su cubierta gruesa (testa), la cual es permeable al agua y semi o impermeable a algunos químicos o gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>), indispensables para el desarrollo del embrión.

La utilidad de la prueba de tetrazolio en esta especie, consiste en que sin importar la latencia de la semilla, el químico tiñe todo el tejido vivo de los embriones, sin embargo se hace necesario para la obtención de la germinación, un buen manejo pregerminativo.

**Figura 51: A: (izq.) Tinción de la semilla de *J. neotropica* (Diels) (cedro negro). B: Semilla viable y no viable**



<sup>148</sup> LÓPEZ, J. ; PIEDRAHITA, E. Tratamientos pregerminativos aplicados a la semilla de cedro negro (*Juglans neotropica*) para reducir su período de germinación. 1999. pp 191 – 199. En Arboleda O. (ed.). Segundo simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina. 18 – 22 de octubre, 1999. CATIE. Santo Domingo, República Dominicana.

**Tabla 20. Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento**

Temperatura (°C)	Tiempo (Mes)	Número de semillas de la muestra	Número de semillas vivas	Porcentaje de viabilidad (%)
4	0	50	21	42
	3		21	42
	6		26	52
12	0	50	21	42
	3		24	48
	6		17	34
20	0	50	21	42
	3		24	48
	6		15	30

**3.4.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG), en relación con los manejos pregerminativos empleados.**

□ **Semillas escarificadas, despunte con esmeril (manejo pregerminativo).**

El análisis de varianza mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas en la variable PG en las semillas almacenadas a 4°C (Tabla 21, Anexo AS). Bajo esta temperatura se conservó la calidad germinativa de la semilla hasta los seis meses de almacenamiento, ya que no existieron diferencias estadísticamente significativas al inicio y a los seis meses de evaluación.

Para la variable ND en el tratamiento a 4°C, existieron diferencias significativas a los tres y seis meses de almacenamiento respecto a valor inicial (Anexo AT), es decir bajo condiciones de almacenamiento se requiere un mayor número de días para alcanzar el máximo de germinación total, lo cual significa un retardo en el tiempo necesario de germinación a medida que el tiempo de almacenamiento transcurre.

La variable VG el tratamiento a 4°C, mostró diferencias al tercer y sexto mes de conservación en cuanto al valor inicial, por lo tanto, las semillas bajo condiciones de almacenamiento a medida que transcurrió el tiempo fueron menos vigorosas que al inicio de la prueba (Anexo AU).

El análisis de varianza mostró que existieron diferencias estadísticas significativas en la variable PG en el tratamiento a 12°C, observándose al tercer mes de conservación una tendencia a disminuir el porcentaje de germinación, con similar comportamiento hasta los seis meses de almacenamiento (Anexo AV).

Para la variable ND se presentó diferencias estadísticamente significativas, ya que se registró un descenso en la velocidad de germinación a los tres meses de

conservación. En el sexto mes de almacenamiento no se evidenció cambios respecto al tercer mes (Tabla 21, Anexo AW).

El vigor germinativo, presentó diferencias estadísticamente significativa, es decir que disminuyó tanto a los tres como a los seis meses de almacenamiento, con respecto al valor inicial (Anexo AX).

El análisis de varianza mostró en la variable PG en el tratamiento a 20°C diferencias estadísticas significativas, es decir que hubo una pérdida de la calidad a los tres y seis meses de almacenamiento, respecto al valor inicial (Tabla 21, Anexo AY). La mayor disminución en el porcentaje de germinación se presentó al tercer mes de almacenamiento; al sexto mes no se presentó germinación.

**Tabla 21. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *J. neotropica* (cedro negro), con un despunte de la semilla con esmeril**

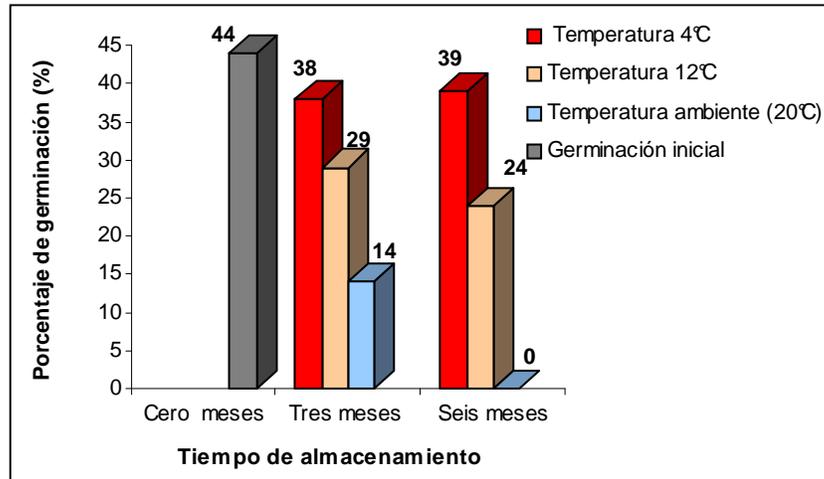
TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (Mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	44 a	19,17	59 b	7,15	0,0057 a	30,54
	3	38 a	29,88	67 a	8,44	0,0036 b	58,64
	6	39 a	28,22	70 a	4,57	0,0034 b	57,96
12	0	44 a	19,17	59 b	7,15	0,0057 a	30,54
	3	29 b	34,29	66.a	5,22	0,0021 b	69,51
	6	24 b	44,79	67 a	10,41	0,0014 b	74,02
20	0	44	19,17	59	7,15	0,0057	30,54
	3	16	60,38	50	53,53	0,00085	102,65
	6	0	0	0	0	0	0

Letras no comunes implican diferencias entre promedios para tiempos, por cada temperatura. Prueba de Duncan al 5%.

Niembro<sup>149</sup>, reporta que las semillas que requieren de alto contenido de humedad (mayor a un 20%), para conservar su viabilidad (*Quercus*, *Castanea*, *Juglans*, etc.), no toleran temperaturas de almacenamiento por debajo del punto de congelación debido a que sus coloides se cristalizan con la consecuente pérdida de viabilidad. En esta investigación, las semillas de la especie *J. neotropica* (cedro negro), se conservaron adecuadamente hasta los seis meses de almacenamiento en la menor temperatura evaluada (4°C). Al comparar con la especie *J. cinerea*, la literatura reporta que las semillas se pueden conservar a una temperatura de 3°C.

<sup>149</sup> NIEMBRO, Semillas forestales, Op. Cit., p.86.

**Figura 52. Porcentajes de germinación promedio en semillas con un despunte con esmeril, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo**



**Figura 53: Proceso de germinación de semillas de *J. neotropica* (Diels) (cedro negro)**



- **Semillas inmersas en agua caliente (punto de ebullición), por dos minutos y posteriormente dejadas en reposo en agua (temperatura ambiente), por 48 horas (manejo pregerminativo).** Se observó que este manejo pregerminativo fue lesivo en las semillas por lo cual no se presentó germinación en ningún tratamiento como lo muestra la tabla 22. En algunas, se detalló al partirlas que los embriones se encontraban muertos. Al parecer la alta temperatura del agua y la inmersión prolongada en agua, pudo causar la pudrición.

**Tabla 22. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *J. neotropica* (cedro negro), en semillas expuestas en agua caliente (punto ebullición), y en agua por 48 horas**

TEMPERATURA °C	TIEMPO (mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0

En la figura 54 se hace referencia a las curvas de germinación acumulada, en semillas almacenadas en el tratamiento a 4°C. Se observó que el comienzo de la germinación al inicio, a los tres y seis meses de almacenamiento, no registró cambios severos, en promedio las primeras semillas germinaron entre los 33 y 40 días después de la siembra.

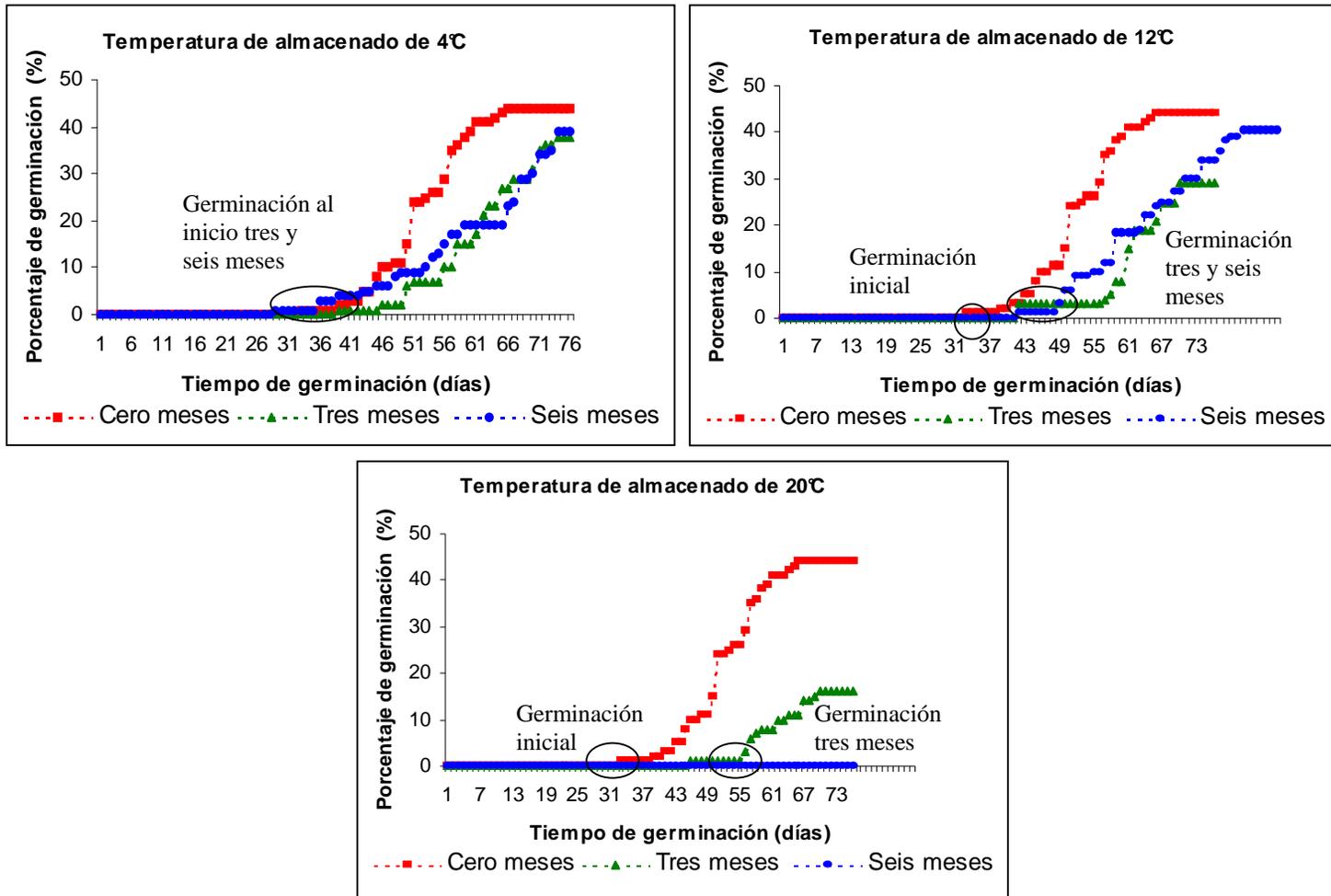
En los tratamientos a 12°C y 20°C, se observó un re tardo en el inicio de la germinación, ya que a medida que transcurrió el tiempo de conservación, hubo pérdida de velocidad de germinación.

Catie<sup>150</sup>, menciona, para esta especie, que la germinación se inicia de 25 a 35 días después de la siembra. Acero<sup>151</sup>, reporta que la germinación comienza a los 66 días. Para este estudio la germinación en promedio sucedió a los 33 días después de la siembra, lo cual indica que las semillas germinaron dentro de los rangos adecuados.

<sup>150</sup> CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, /*Juglans neotropica*/ Diels, Op. cit., p. 2.

<sup>151</sup> ACERO, Op. cit., p. 215.

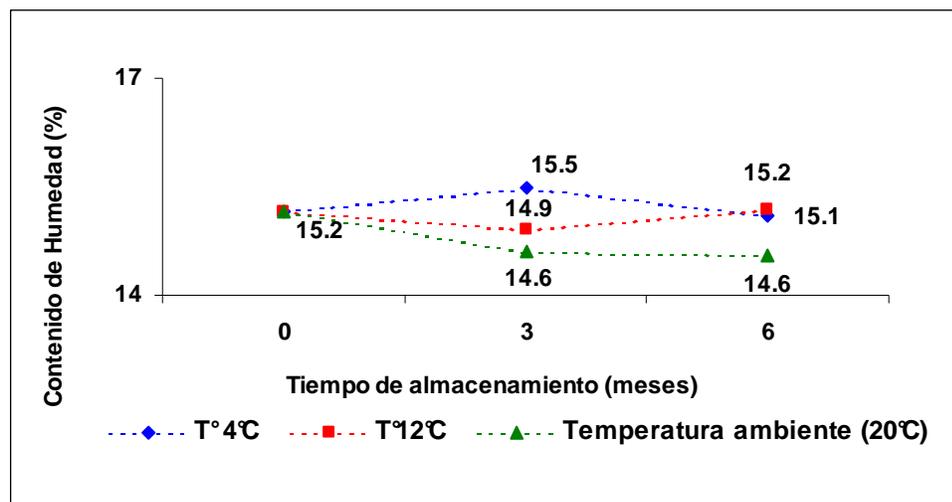
Figura 54. Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de *J. neotropica* (cedro negro) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C, 12°C y ambiente (20°C), con un despunte de las semillas con esmeril



**3.4.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada período de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento.** Todos los tratamientos conservaron el contenido de humedad de la semilla al momento de haberse almacenado, en cada período de muestreo. Lo anterior permite inferir que el empaque utilizado para el almacenamiento no permitió intercambio de humedad de las semillas con el ambiente, sin causar fluctuaciones drásticas en el contenido de humedad de las semillas.

Estos resultados mostraron, que al mantener el contenido de humedad de las semillas sin oscilaciones severas y a una temperatura de 4°C, se garantiza la conservación de la calidad durante su almacenamiento.

**Figura 55. Contenido de humedad de *J. neotropica* (cedro negro) por cada temperatura y tiempo de almacenamiento**



### 3.5 *Quercus humboldtii* Bonpland

Nombre vulgar: Roble.

#### 3.5.1 Pruebas de laboratorio (pureza, peso y contenido de humedad)

**Pureza:** Las semillas presentaron una pureza del 96%. Las nueces al desprenderse del árbol poseen algunos residuos que son de fácil remoción.

**Análisis de peso (número de semillas por kilogramo):** al calcular el peso de 200 semillas se obtuvo un promedio de 991 g. Aplicando la fórmula citada por Trujillo<sup>152</sup>, un kilogramo contiene en promedio 101 semillas (Tabla 23). Conafor<sup>153</sup>, reporta para la especie *Quercus rugosa* que el número de semillas por kg varía entre 190 a 1300. El tamaño de éstas, como en la mayoría de especies forestales, varía de acuerdo a la región en que se colectan los frutos.

**Tabla 23. Determinación de peso en semillas de *Q. humboldtii* Bonpland (2 muestras de 100 semillas c/u)**

Número de muestra	Peso (g)	Número de semillas por Kg
1	1024	97
2	957	104
<b>Promedio</b>	<b>990,5</b>	<b>101</b>
$\sigma_{n-1}$	47,37615	
CV	4,78%	

**Contenido de humedad (CH):** las semillas en estado fresco presentaron un CH inicial de 30% (Figura 56). El contenido de humedad de estas disminuyó hasta un 27%, en cinco días de secado. Posteriormente se procedió al almacenamiento bajo cada tratamiento.

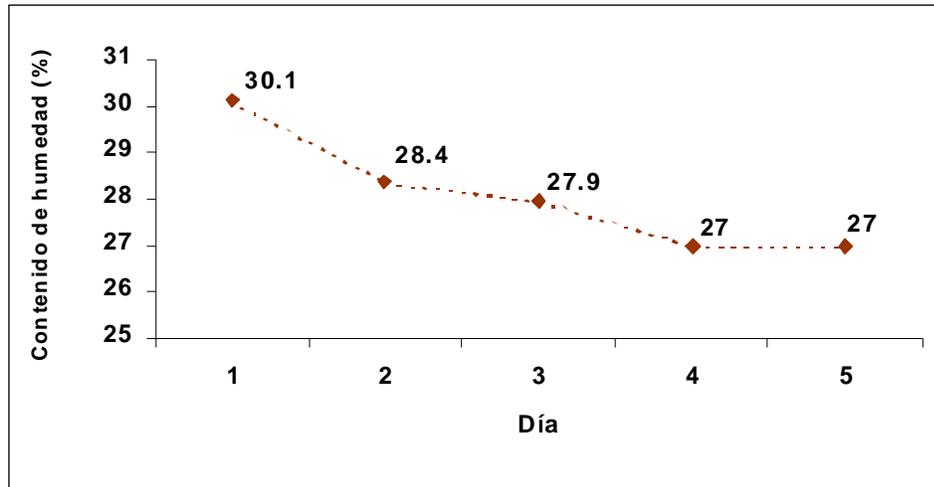
Barreto y Herrera<sup>154</sup>, recomiendan que se debe almacenar con humedades menores de 12%. Sin embargo, durante la realización de este trabajo, el remanente de semilla (50 semillas), fue sometida a secado hasta obtener un 11% de CH, se observó que los embriones presentaron resecamiento, lo cual sugiere pensar, que al realizar este proceso se provoca en la semilla un daño por deshidratación de los tejidos.

<sup>152</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Op. cit., p151.

<sup>153</sup> COMISIÓN NACIONAL FORESTAL. *Quercus rugosa*. [en línea] [México DF]. [Citado el 27 marzo de 2006]. Disponible en Internet. Http: // [http://www.conafor.gob.mx/programas\\_nacionales\\_forestales/pronare/Fichas%20Técnicas/Quercus%20rugosa.pdf](http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/Fichas%20Técnicas/Quercus%20rugosa.pdf).

<sup>154</sup> BARRETO, Op. cit., p. 2.

**Figura. 56. Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie *Q. humboldtii* (roble)**



**3.5.2 Viabilidad de la semilla de roble (%).** Para esta especie solo se evaluaron dos tratamientos, 12°C y 20°C, debido a que en el tercer mes de almacenamiento se presentó un incremento en la temperatura interna del cuarto frío utilizado para la temperatura de 4°C, la cual alcanzó los 30°C, durante 24 horas. Un cambio de temperatura tan repentino y de esa magnitud, daña las estructuras internas de la semilla. Para evaluar la consecuencia de cambio de temperatura se tomó una unidad experimental de 30 semillas y se le realizó la prueba de tetrazolio. El resultado mostró que los embriones presentaban necrosamiento y por ende la semilla perdió completamente su viabilidad.

La prueba de tinción con sales de tetrazolio, mostró que en el tratamiento a 12°C, las semillas perdieron totalmente su viabilidad al tercer mes de almacenamiento. De igual forma, el tratamiento a 20°C, disminuyó su viabilidad al tercer mes de almacenamiento, con una pérdida total al sexto mes. Los resultados de germinación obtenidos en este trabajo, son similares a los encontrados con la prueba de viabilidad, por lo cual se deduce que las semillas de roble son susceptibles al almacenamiento con estas temperaturas.

**Figura 57: Embriones muertos de semillas de *Q. humboldtii* Bonpland (roble)**



**Tabla 24. Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento**

Temperatura (°C)	Tiempo (Mes)	Número de semillas de la muestra	Número de semillas vivas	Porcentaje de viabilidad (%)
12	0	50	31	62
	3		0	0
	6		0	0
20	0	50	31	62
	3		6	12
	6		0	0

### 3.5.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG), en relación con los manejos pregerminativos empleados.

□ **Semillas inmersas en agua a temperatura ambiente durante 72 horas (manejo pregerminativo).** El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas para la variable PG en los tratamientos a 12°C y 20°C (ambiente) (Anexo BB, BE). Las semillas en estos tratamientos no mantuvieron la calidad, ya que al tercer mes de almacenamiento los porcentajes de germinación, la rapidez y el vigor germinativo disminuyeron, con similar tendencia hasta los seis meses de almacenamiento (Tabla 25).

Seminis<sup>155</sup>, hace mención a que la humedad y altas temperaturas pueden reducir el vigor y la germinación. Peña<sup>156</sup>, reporta que las temperaturas altas en el

<sup>155</sup> SEMINIS. Recomendaciones sobre el manejo y almacenamiento de semillas. [En línea] [México]. Seminis inc 2006. [Consultado el 9 de mayo 2006]. Disponible en Internet. [Http/ www.seminis.com.mx/resources/seed\\_hawdling.jsp](http://www.seminis.com.mx/resources/seed_hawdling.jsp)

<sup>156</sup> PEÑA, Alberto. Redepapa - Corpoica. [En línea] [Colombia]. Boletín de la papa Vol.2, No.2. 1999. [Consultado el 8 de mayo 2006]. Disponible en Internet. [Http/ www.redepapa.org/boletinocho.html](http://www.redepapa.org/boletinocho.html)

almacenamiento, aceleran el proceso de envejecimiento fisiológico (en tubérculos) y por consiguiente reducen el periodo de dormancia.

Las semillas de roble almacenadas en las temperaturas de 12°C y 20°C, disminuyeron considerablemente la viabilidad y el vigor germinativo, causando el deterioro y pérdida de capacidad germinativa.

**Tabla 25. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *Q. humboldtii* (roble), con un manejo pregerminativo sumergiendo las semillas en agua durante 72 horas**

TEMPERATURA °C	TIEMPO (mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
12	0	65	27,38	33	29,09	0,056	56,36
	3	1	316,23	4	316,23	0,00007	316,23
	6	0	0	0	0	0	0
20	0	65	27,38	33	29,09	0,056	56,36
	3	11	79,6	42	54,46	0,00065	124,80
	6	0	0	0	0	0	0

**Figura 58: Plántulas de la especie *Q. humboldtii* Bonpland (roble)**



□ **Semillas expuestas al sol durante 24 horas (manejo pregerminativo).** El análisis de varianza mostró en las variables PG, ND y VG diferencias significativas en los tratamientos a 4°C, 12°C y 20°C (Tabla 26, Anexos BH, BI, BJ, BK, BL, BM). De igual manera que para el anterior manejo pregerminativo, no se conservó la calidad en ningún tratamiento, ya que a los tres meses de conservación se presentó un descenso total de la germinación, la rapidez y el vigor germinativo. Al parecer este tratamiento reseco los embriones rápidamente

causando el deterioro en las semillas, sumado a la influencia que pudo tener la temperatura en las semillas.

**Tabla 26. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *Q. humboldtii* (roble), con un manejo pregerminativo: exposición de las semillas al sol durante 24 horas**

TEMPERATURA °C	TIEMPO (mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
12	0	15	56,66	43	39,36	0,0013	82,36
	3	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
20	0	15	56,66	43	39,36	0,0013	82,36
	3	1	316,23	4	316,23	0,00007	316,23
	6	0	0	0	0	0	0

De acuerdo, con los valores presentados en este trabajo, las semillas de roble, tienden a manifestar un comportamiento recalcitrante, ya que la capacidad germinativa disminuyó drásticamente tan pronto fueron sometidas a refrigeración y el contenido de humedad de las semillas se redujo en cada periodo de almacenamiento. Al respecto, Chin<sup>157</sup> menciona que el secado o deshidratación de la semilla en almacenamiento tienen efectos como alteraciones de las estructuras enzimáticas, degradación de la membrana celular y la liberación de compuestos fenólicos.

Para algunas especies del genero *Quercus*, como *Q. rugosa*, *Q. macrophylla*, *Q. laurina* y *Q. virginiana*, se reporta que la viabilidad de la semilla cuando es almacenada es muy corta (menos de tres meses), debido a su condición recalcitrante. Además de que no toleran la desecación de sus semillas para el almacenamiento.

En general, al comparar los dos manejos pregerminativos evaluados se puede observar que los porcentajes de germinación al iniciar la prueba para las semillas que se sumergieron en agua durante 72 horas fue de un 65%, las cuales mostraron mayor velocidad y vigor germinativo que aquellas que se expusieron al sol durante 24 horas, en el que se obtuvo solo un 15% de germinación. Los promedios de germinación de roble, de acuerdo con Alegria y Semanate<sup>158</sup>, son

<sup>157</sup> CHIN, H.F.Y KRISHNAPILLAY, B. Op, cit., p 16.

<sup>158</sup> ALEGRIA Y SEMANATE, Op. cit., p 5.

aproximadamente de un 68% para semillas sumergidas en agua. Estos resultados dejaron entrever que las semillas de roble preferiblemente se deben germinar inmediatamente después de la recolección.

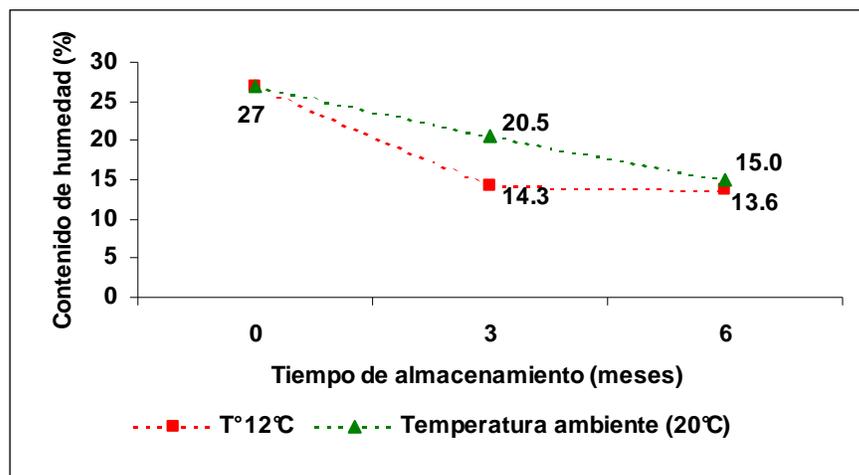
**3.5.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento.** En la figura 59, se observó que los tratamientos a 12°C y 20°C, presentaron una reducción drástica en el contenido de humedad a los tres y seis meses de almacenamiento.

El empaque de almacenamiento para esta especie (bolsa de polipropileno), no conservó el contenido de humedad inicial de la semilla, con el cual se almacenó, lo cual pudo influenciar la muerte de la mayoría de estas.

Popinigis<sup>159</sup>, menciona que la conservación de la calidad fisiológica de la semilla bajo determinadas condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa del aire está relacionada con el tipo de empaque empleado.

Para este trabajo, las temperaturas a 12°C y 20°C (ambiente) de almacenamiento, fueron lesivas, ya que causaron la pérdida en la calidad de las semillas, Niembro<sup>160</sup>, menciona que temperaturas elevadas (> 12°C), pueden incrementar la tasa metabólica de las semillas y además se destruyen algunas enzimas, lo cual ocasiona el deceso de las semillas estando almacenadas.

**Figura 59. Contenido de humedad de *Q. humboldtii* (roble) por cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo**



<sup>159</sup> POPINGIS, Op. cit., p 218.

<sup>160</sup> NIEMBRO, Semillas forestales, Op. Cit., p.86.

### 3.6 *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page

**Nombre vulgar:** Chaquiro.

#### 3.6.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)

**Pureza:** Se obtuvo una pureza del 98%, igual al reporte realizado por Cenicafé<sup>161</sup>. Marín<sup>162</sup>, cita en semillas de *R. rospigliosii*, una pureza del 90%.

**Análisis de peso (número de semillas por kilogramo):** El peso medio de 200 semillas fue de 143 g; aplicando la fórmula citada por Trujillo<sup>163</sup>, un Kg, tuvo 700 semillas de chaquiro (tabla 27). Según Cenicafé<sup>164</sup>, para estas semillas se encuentran entre 250 a 400 semillas por kg, lo cual diverge a lo encontrado en este trabajo, aunque, de acuerdo a lo citado anteriormente, la heterogeneidad de los tamaños de muchas semillas forestales, depende en parte del sitio de procedencia de los frutos.

**Tabla 27. Determinación del peso de semillas de *R. rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (2 muestras de 100 semillas c/u)**

Número de muestra	Peso (g)	Número de semilla por Kg-
1	147,5739	677
2	138,5911	721
<b>Promedio</b>	<b>143,0825</b>	<b>699</b>
$\sigma_{n-1}$	6,351799	
CV	4,44%	

**Contenido de humedad (CH):** las semillas en estado fresco presentaron un CH inicial de 35%. Se almacenaron al segundo día de haber llegado a Cenicafé, con un contenido de humedad de 30,42%, ya que la tasa de pérdida de humedad es muy acelerada (figura 60). Marín<sup>165</sup>, menciona que en esta especie las semillas se encuentran condicionadas por el contenido de humedad para su almacenamiento, por lo cual se precisa mantenerlos altos para que las semillas sean viables.

<sup>161</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ., Archivos de base de datos forestales, Op. cit.

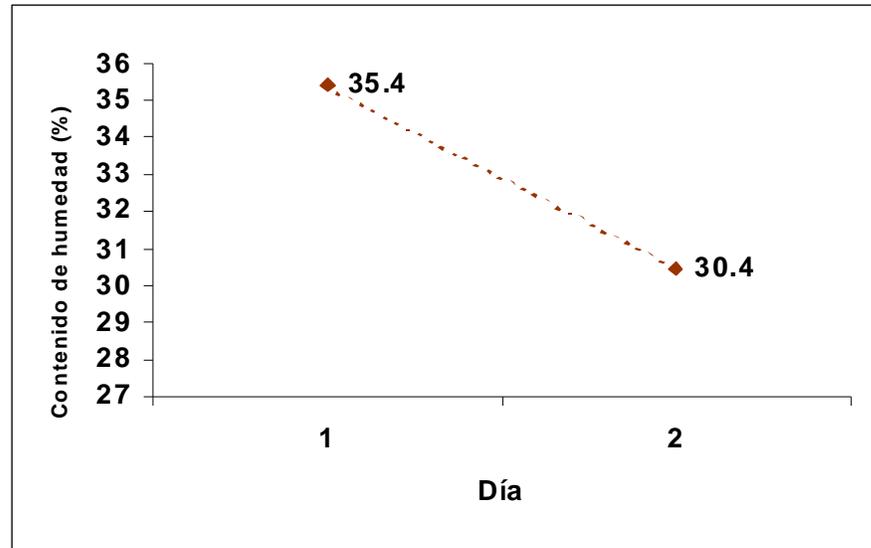
<sup>162</sup> MARÍN, Op. cit., p. 143.

<sup>163</sup> TRUJILLO, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Op. cit., p. 143.

<sup>164</sup> CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ., Archivos de base de datos forestales, Op. cit.

<sup>165</sup> MARÍN, Op. cit., p. 143.

**Figura. 60. Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie *R. rospigliosii* (chaquiرو)**



**3.6.2 Viabilidad de la semilla de chaquiرو (%).** En la tabla 28, se observa que la viabilidad de las semillas almacenadas en la temperatura a 4°C, disminuyó sus valores en el tercer mes de conservación, manteniéndose sin cambios este valor hasta el sexto mes de almacenamiento respecto al tercer mes.

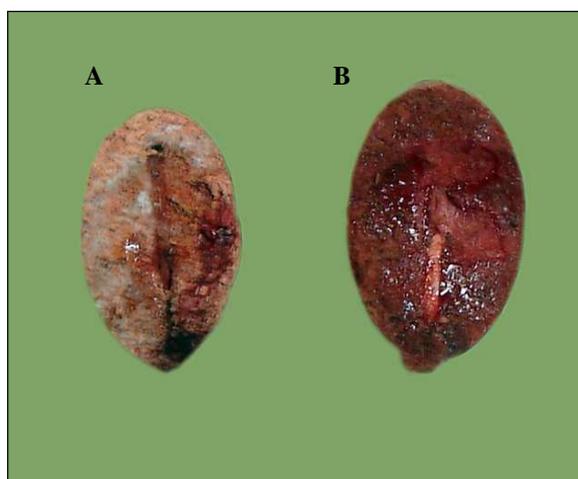
En el tratamiento a 12°C, las semillas se mantuvieron con altos niveles de viabilidad al inicio, tres y seis meses de almacenamiento (64%, 80% y 70%, respectivamente). De acuerdo a Marín<sup>166</sup>, la drupa posee una viabilidad corta (menos de un año), con una reducción muy drástica a partir del cuarto mes de conservación, es decir que este tratamiento logró mantener la viabilidad hasta los seis meses de almacenamiento.

Las semillas almacenadas a 20°C, mostraron una pérdida de la viabilidad a los tres meses de conservación, persistiendo la muerte de las semillas almacenadas a los seis meses. Para esta temperatura, se observó que un 10% de las unidades experimentales presentaron hongos en el sustrato de almacenado (aserrín), en el cual se encontró el hongo *Penicillium* spp, causando el daño en las semillas y provocando pérdida de viabilidad. Se infiere que el Vitavax utilizado como protector de patógenos en la semilla no fue eficaz debido en parte a la cantidad utilizada. Chin<sup>167</sup>, afirmar que altos CH en semillas ocasionan una contaminación microbiana que destruye la semilla.

<sup>166</sup> MARÍN, Op. cit., p. 143.

<sup>167</sup> CHIN, H.F.Y KRISHNAPILLAY, B. Op, cit., p 16.

**Figura 61: Tinción de la semilla de *R. rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (chaquiro). A: No viables B: Viables**



**Tabla 28. Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento**

Temperatura (°C)	Tiempo (Mes)	Número de semillas de la muestra	Número de semilla viva	Porcentaje de viabilidad (%)
4	0	50	32	64
	3		23	46
	6		23	46
12	0	50	32	64
	3		40	80
	6		35	70
20	0	50	32	64
	3		26	52
	6		16	32

**3.6.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG), en relación con los manejos pregerminativos empleados.**

- **Semillas inmersas en agua a temperatura ambiente durante 72 horas (manejo pregerminativo).** El análisis de varianza mostró en la variable PG que existieron diferencias estadísticas significativas en el tratamiento a 4°C (Anexo BN). La prueba de Duncan al 5% de significancia, mostró que existieron diferencias estadísticamente significativas a los tres y seis meses de almacenamiento, sin embargo se apreció que la disminución de los porcentajes de germinación a los tres y seis meses de almacenamiento no fue severa, respecto al inicio (Tabla 29).

Para la variable ND, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas tanto a los tres como a los seis meses de almacenamiento, con respecto al valor inicial (Anexo BN).

En general, para este tratamiento las semillas fueron menos vigorosas al ser comparadas con los otros tratamientos.

Con respecto al tratamiento a 12°C, existieron diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes germinación; ya que la germinación se mantuvo constantes al inicio y a los tres meses de almacenamiento, mientras que al sexto mes se presentó un incremento en la germinación (Anexo BP).

En la variable ND, se observó que la velocidad de germinación disminuyó a los tres meses de almacenamiento, incrementándose a los seis meses de conservación (Tabla 29, Anexo BP).

El vigor germinativo (VG), mostró igualmente diferencias estadísticamente significativas, ya que refleja como las semillas perdieron energía a partir del tercer mes de almacenamiento y al sexto mes estas fueron más vigorosas (Anexo BQ).

**Tabla 29. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *R. rospigliosii* (chaquiroy), con un manejo pregerminativo sumergiendo las semillas en agua durante 72 horas**

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	28 a	32.8	73 a	19.97	0.0017 a	56.44
	3	14 b	76.8	73 a	69.14	0.0003 b	90.89
	6	22 b	59.8	51 a	54.06	0.0025 a	68.70
12	0	28 b	32.8	73 b	19.97	0.0017 a	56.44
	3	22 b	46.9	105 a	4.29	0.0005 b	89.08
	6	43 a	22.1	75 b	32.83	0.0047 a	58.15
20	0	28 a	32.8	73 b	19.97	0.0017 a	56.44
	3	26 a	48.7	100 a	6.83	0.0007 b	86.03
	6	28 a	22.6	79 b	16.6	0.0016 a	38.35

Letras no comunes implican diferencias entre promedios para tiempos, por cada temperatura. Prueba de Duncan al 5%.

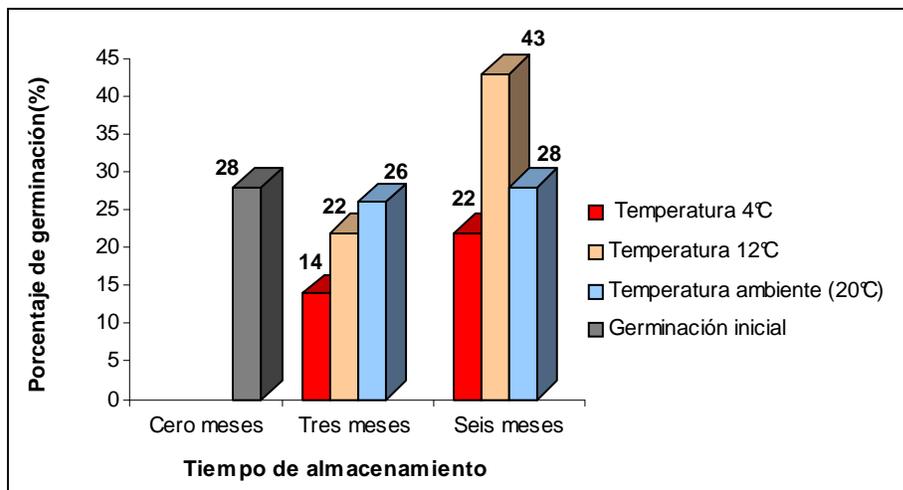
En general, las semillas almacenadas a 12°C, aumentaron los porcentajes de germinación a medida que transcurrió el periodo de almacenamiento.

Las semillas almacenadas a 20°C, de acuerdo, con la prueba de Duncan al 5% de significancia, no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de germinación, por tanto, la calidad de la semilla de chaquiro se conservó, tanto a los tres como a los seis meses de almacenamiento.

El número de días en alcanzar el máximo de germinación (ND), presentó diferencias estadísticamente significativas, ya que aumentó a partir del tercer mes de conservación. Para el sexto mes se tuvo un comportamiento similar al inicial, es decir al momento del inicio y a los seis meses de almacenamiento la semilla requiere el mismo número de días para alcanzar el máximo de germinación.

El vigor de las semillas, mostró diferencias significativas, por lo tanto se aprecia una tendencia a disminuir hasta los tres meses de conservación, sin embargo al sexto mes las semillas fueron igual de vigorosas, a lo obtenido al iniciar el almacenamiento.

**Figura 62. Porcentajes de germinación promedio en semillas sumergidas en agua durante 72 horas, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo**



Al comparar los tratamientos a 12°C y 20°C, los resultados indican que bajo las dos temperaturas las semillas conservan su viabilidad; sin embargo a 12°C, se obtienen los mayores porcentajes de germinación. El tratamiento a 20°C, presentó contaminación del sustrato por el hongo *Penicillium* spp.

En general, se observa una tendencia a incrementar la germinación a mayor periodo de almacenamiento, lo que sugiere pensar que las semillas de esta especie presentan latencia que inhiben la germinación durante un cierto periodo.

Estos resultados mostraron que el tratamiento a 12°C, conservó más eficazmente la calidad de la semilla almacenada y con un manejo pregerminativo sumergiendo las semillas durante 72 horas en agua a temperatura ambiente.

**Figura 63: Proceso de germinación de semillas de *R. rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (chaquiro)**



El comportamiento de las semillas de chaquiro, a incrementar la germinación, la rapidez y energía al sexto mes de conservación, puede ser explicado, según lo mencionado por Echeverri y González<sup>168</sup>, quienes mencionan que las semillas se ajustan al modelo presentado por Gordon (1973), donde las semillas pasan por un estado inicial de latencia; sin importar las condiciones dadas, ninguna germina justo después de su recolección. En cuanto, la latencia disminuye, todas las semillas viables germinarán.

<sup>168</sup> ECHEVERRI, Carlos.; GONZÁLEZ, Javier. Imprimación osmótica de semillas de pino romerón (*Retrophyllum rospigliosii*) (Pilg.) C.N Page. Medellín, 1999. 79 p. Trabajo de grado (Ingeniero forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias agropecuarias.

Niembro<sup>169</sup>, hace mención a que muchas semillas presentan embriones morfológicamente completos, pero fisiológicamente inmaduros, en este caso el embrión está incapacitado para movilizar y utilizar los materiales de reservas contenidos en el endospermo o en los cotiledones. A medida, que el embrión va alcanzando su madurez fisiológica, el estado de letargo se va disminuyendo, disparándose simultáneamente los mecanismos de movilización de reservas hacia el embrión, el cual utilizará esta fuente de energía en la división celular y elongación. Posiblemente, la semilla de chaquiro esta condicionada también a este fenómeno, incrementando la germinación al sexto mes de conservación en el tratamiento a 12°C.

Mesa<sup>170</sup>, menciona que *R. rospigliosii*, tiene múltiples problemas en vivero, como lenta germinación, amplia distribución de la misma y ataque de patógenos e insectos. Los resultados con esta especie ,sugieren que la duración del tiempo de evaluación de germinación, en este estudio fue muy corto (112 días), y probablemente las semillas pudieron haber presentado valores más altos de germinación, en un mayor lapso de tiempo para su evaluación en cada periodo. Chin<sup>171</sup>, afirma que las semillas recalcitrantes como el chaquiro poseen una irregularidad en cuanto a su proceso de maduración por lo cual los periodos de germinación no son uniformes. El mismo autor, concluye que al trabajar con este tipo de semillas (recalcitrantes), los resultados son inexplicables debido a las grandes variaciones de maduración de las semillas individuales.

Al respecto Lamprecht y Liscano<sup>172</sup>, reportan que las semillas de *R. rospigliosii*, remojadas durante 15 días, inician su germinación a los 62 días de haber sido sembradas y terminan a los 228 días.

□ **Semillas expuestas al sol durante 24 horas (manejo pregerminativo).** El análisis de varianza mostró que no existieron diferencias significativas para las variables PG, ND y VG en el tratamiento a 4°C; sin embargo los porcentajes de germinación fueron bajos (Anexo BU, BV, BW). De acuerdo con la prueba de Duncan al 5% de significancia, existieron diferencias estadísticamente significativas en las semillas almacenadas a 12°C y 20°C, durante los seis meses de conservación, mostrando que la calidad de la semilla (PG, ND, VG), no se conservó en ningún tratamiento (Tabla 30, Anexos BX, BY, BZ, CA, CB, CC). A pesar de los bajos porcentajes de germinación, las semillas conservadas en el tratamiento a 12°C, hasta los seis meses de almacenamiento presentaron una

---

<sup>169</sup> NIEMBRO, Semillas de plantas leñosas, Op. cit., p. 93.

<sup>170</sup> MESA, Op. cit., p. 70.

<sup>171</sup> CHIN, H.F.Y KRISHNAPILLAY, B. Op, cit., p 16.

<sup>172</sup> LAMPRECHT, Hans; LISCANO, Carlos. Estudios sobre la germinación del *Podocarpus rospigliosii* Pilger y su desarrollo en la juventud. Mérida, Venezuela: Instituto forestal latinoamericano de investigación y capacitación, 1957. p 41 – 72.

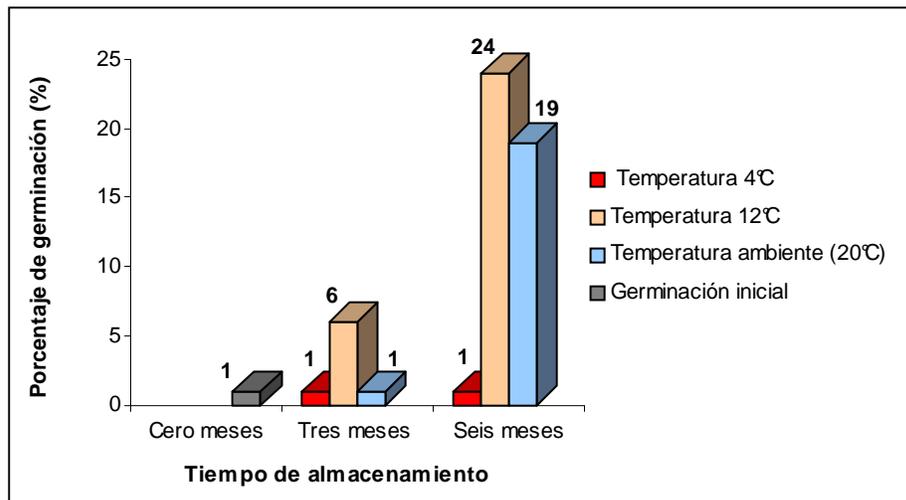
tendencia a incrementar los porcentajes de germinación a medida que aumentó el tiempo de almacenamiento.

**Tabla 30. Promedios y variaciones de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el máximo de germinación total (ND) y el vigor germinativo (VG), para cada temperatura y tiempo de almacenamiento de la semilla de *R. rospigliosii* (chaquiro), con un manejo pregerminativo: exposición de las semillas al sol durante 24 horas**

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (mes)	PG		ND		VG	
		X	Cv(%)	X	Cv(%)	X	Cv(%)
4	0	1 a	316,23	8 a	316,23	0,00001	316,23
	3	1 a	316,23	8 a	316,23	0,00002	316,23
	6	1 a	316,23	4 a	316,23	0	0
12	0	1 b	316,23	8 b	316,23	0,00001 b	316,23
	3	6 b	116,53	40 a	110,88	0,00011 b	152,62
	6	24 a	56,25	46 a	21,41	0,0036 a	154,10
20	0	1	316,23	8	316,23	0,00001	316,23
	3	19	57,92	89	15,36	0,00053	106,13
	6	0	0	0	0	0	0

Letras no comunes implican diferencias entre promedios para tiempos, por cada temperatura. Prueba de Duncan al 5%.

**Figura 64. Porcentajes de germinación promedio en semillas expuestas al sol durante 24 horas, para las tres temperaturas de almacenado y por cada periodo de muestreo**



En general, son escasos los reportes que se conocen acerca de las temperaturas más adecuadas para conservar la viabilidad de la semilla de esta especie en condiciones de almacenamiento. Algunos trabajos como el realizado por Mesa<sup>173</sup>, no permitieron concluir a través de diferentes tratamientos de conservación, si estas conservaban o no su viabilidad.

En la figura 65, se hace referencia a las curvas de germinación acumulada, en la cuales se observó que el inicio de la germinación para todos los tratamientos de almacenamiento, fue a los 60 días después de la siembra de la semilla. En las semillas almacenadas en el tratamiento a 4°C, a los tres meses de conservación, la germinación fue similar a la presentada antes de que la semilla fuera almacenada (60 días), mientras que al sexto mes de conservación, mostraron una mayor rapidez, germinando a los 11 días.

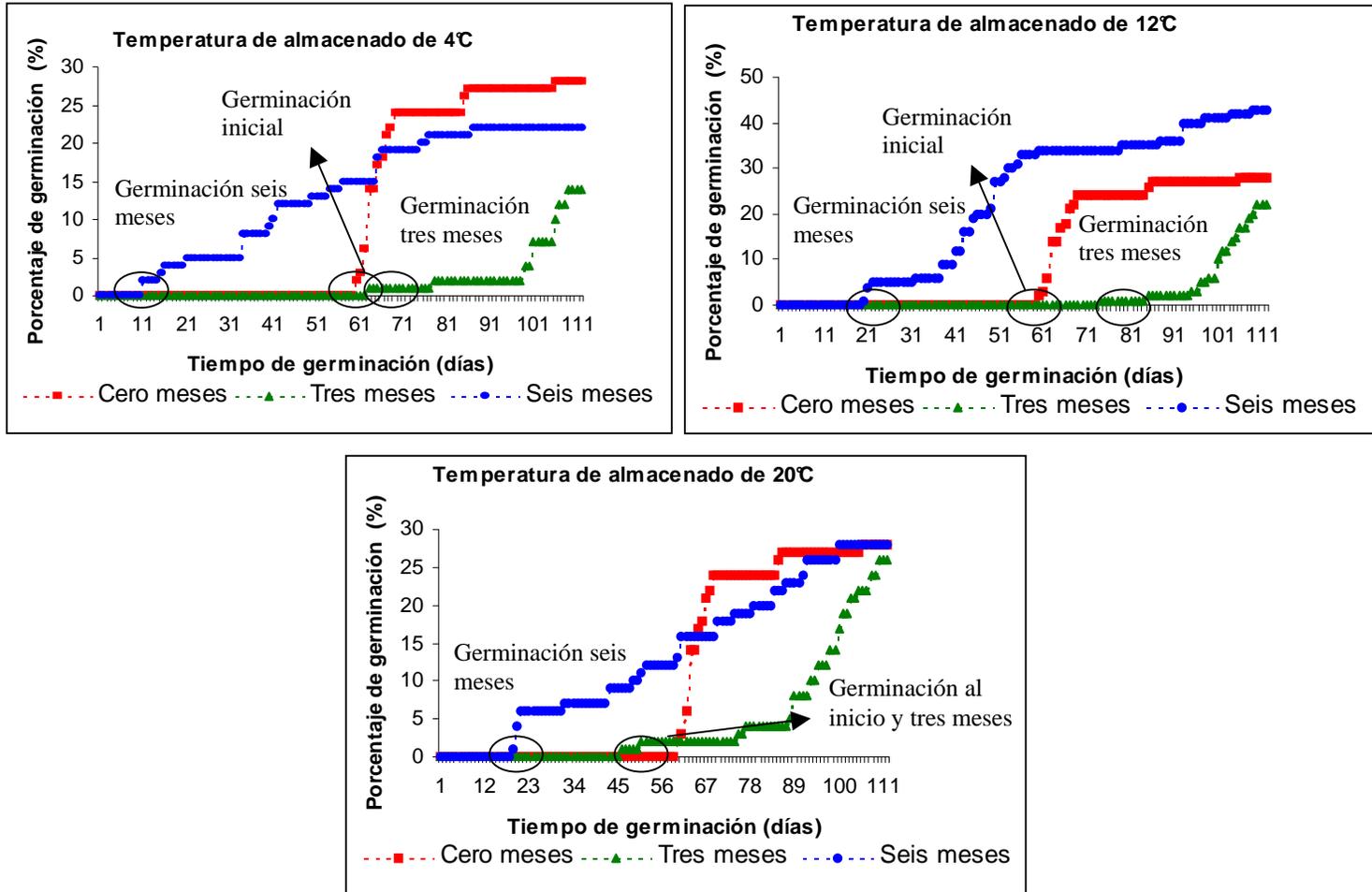
En el tratamiento a 12°C, las semillas a los tres meses de conservación presentaron un retardo en la velocidad germinativa, ya que a los 74 días comenzó la germinación en comparación con la presentada en el momento inicial, la cual se dio a los 60 días, mientras que al sexto mes fue más rápida, iniciando a los 20 días.

En el tratamiento a 20°C, las semillas presentaron igual tendencia a mantener los porcentajes de germinación constante a los tres meses de conservación respecto al inicial (60 días). A los seis meses de almacenamiento, el comienzo de la germinación fue más rápido, presentándose a los 20 días posterior a la siembra de la semilla.

---

<sup>173</sup> MESA, Op. cit., p. 70.

Figura 65. Días transcurridos para el inicio de la germinación de semillas de *R. rospigliosii* (chaquiro) a través del tiempo bajo las temperaturas de almacenamiento de 4°C, 12°C y ambiente (20°C), sumergidas en agua durante 72 horas



De acuerdo con estudio realizado por Mesa<sup>174</sup>, en el cual evaluó diferentes sustratos de germinación en la semilla de chaquiro; la velocidad y energía germinativa dependieron en parte, del sustrato en el que fueron sembradas. Otros autores, le asignan la mayor germinación y vigor, al manejo pregerminativo (tratamiento pregerminativo), que se emplee antes de la siembra. El mismo autor, afirma que a los 30 días se presenta la germinación total de las semillas, mientras que Echeverri y González<sup>175</sup>, señalan que en las semillas sin ningún manejo pregerminativo, el inicio de germinación fue a los 20 días, mientras que a través de diversos procedimientos de hidratación, la germinación comenzó en promedio a los 12 días después de la siembra.

Para este estudio las semillas de chaquiro, en el mes inicial de evaluación tardaron en promedio 60 días en germinar después de la siembra, es decir se demoraron más tiempo, de acuerdo con lo reportado en otros estudios. Sin embargo, a los seis meses en el tratamiento a 12°C, la germinación de las semillas comenzó a los 20 días, cuando fueron sumergidas en agua (manejo pregerminativo). Este resultado, coincide con lo afirmado por Echeverri y González<sup>176</sup>.

**3.6.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento.** Se observó que las semillas de cada tratamiento de almacenamiento incrementaron el contenido de humedad en cada periodo de evaluación (Figura 66). Echeverri y González<sup>177</sup>, citan que las semillas con testa dura, imbiben rápidamente el agua, cuando son puestas en contacto con un medio húmedo como el agua o una solución de imprimación.

Para este estudio, la humedad del sustrato de almacenado (aserrín), tenía el mismo contenido de humedad que la semilla. De esta manera, se puede inferir que la ganancia de humedad en el sustrato y en las semillas, probablemente se produjo porque el empaque en el cual se dispuso el aserrín (bolsa plástica), permitió el movimiento de humedad desde el exterior del empaque (cuartos de almacenamiento), hasta el interior de la bolsa, debido a la alta humedad relativa de los cuartos de almacenamiento (75 a 90%). Al observar los empaques se detalló que las bolsas empacadas al vacío se encontraban de nuevo con aire en su interior y el aserrín con mayor humedad. En consecuencia las semillas se hidrataron durante el almacenamiento.

---

<sup>174</sup> MESA, Op. cit., p. 70.

<sup>175</sup> ECHEVERRI, Op. cit., p. 79.

<sup>176</sup> Ibid., p 79.

<sup>177</sup> Ibid., p 79.

Bermúdez<sup>178</sup>, afirma que la transferencia de humedad de la superficie de la semilla al entorno de la misma, es un proceso que esta en función del gradiente de la presión de vapor que existe en la semilla y el aire que lo rodea. Es decir, que si el contenido de humedad de la semillas se encuentra por encima de la humedad relativa, se presentará un movimiento del vapor de agua desde la superficie de la semilla al aire que lo rodea, por tanto, el movimiento del aire cerca a la semilla, acelera el secado hasta cierto punto Para el presente estudio, se pudo presentar un proceso contrario, ya que el contenido de humedad del aserrín y la semilla fue menor (30.4%), respecto a la humedad relativa de los cuartos de almacenamiento (75 a 90%), por lo cual las semillas y el aserrín ganaron humedad.

Algunos reportes citados por Echeverri y Gonzáles<sup>179</sup>, afirman que durante el proceso de germinación, la imbibición de agua ocurre esencialmente en 3 fases, la primera fase de rápida imbibición, el cual es un proceso estrictamente físico, que ocurre igualmente en semillas muertas y vivas. Una fase 2, considerada de reposo, donde el contenido de agua incrementa sólo marginalmente, aquí se presentan una serie de procesos celulares, se inicia la respiración, formación de nuevas proteínas (enzimas). Esta fase se considera en términos fisiológicos la germinación misma. En la fase 3, ocurre el crecimiento postgerminativo (irrupción de la radícula a través de la cubierta seminal, consumo de reservas alimenticias, degradación del endospermo, etc.). La duración de la fase 2 varía ampliamente, dependiendo de la especie, el tipo de semilla y la temperatura.

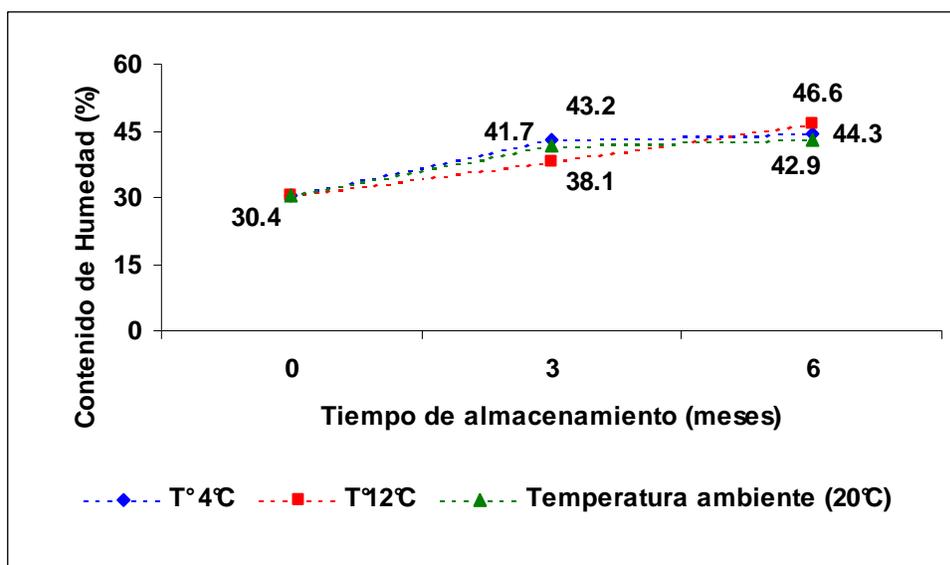
En este sentido, el comportamiento presentado en la germinación a los tres meses y seis meses de evaluación en cada tratamiento de almacenamiento, posiblemente pudo estar condicionado a cada fase de hidratación.

---

<sup>178</sup> BERMÚDEZ, Op. cit., p. 15.

<sup>179</sup> ECHEVERRI, Op. cit., p. 79.

Figura 66. Contenido de humedad de *R. rospigliosii* (chaquiro) para cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo



### 3.7 *Prunus integrifolia* (Presl) Walpers

Nombre vulgar: Trapiche, truco

#### 3.7.1 Pruebas de laboratorio (Pureza, peso y contenido de humedad)

**Pureza:** se obtuvo una pureza del 98%, semejante a lo reportado por Acero<sup>180</sup>. Las semillas de trapiche después del proceso de despulpado generan muy pocos residuos, por lo cual se logra un alto porcentaje de semilla pura.

**Análisis de peso (número de semillas por kilogramo):** el peso medio de 200 semillas, fue de 149 g; aplicando la fórmula citada por Trujillo<sup>181</sup>, un Kg. contiene 670 semillas de trapiche. Según Acero<sup>182</sup>, un kilogramo, puede contener 898 semillas.

<sup>180</sup> ACERO Op. cit., p. 215.

<sup>181</sup> TRUJILLO, Op. cit., p. 151.

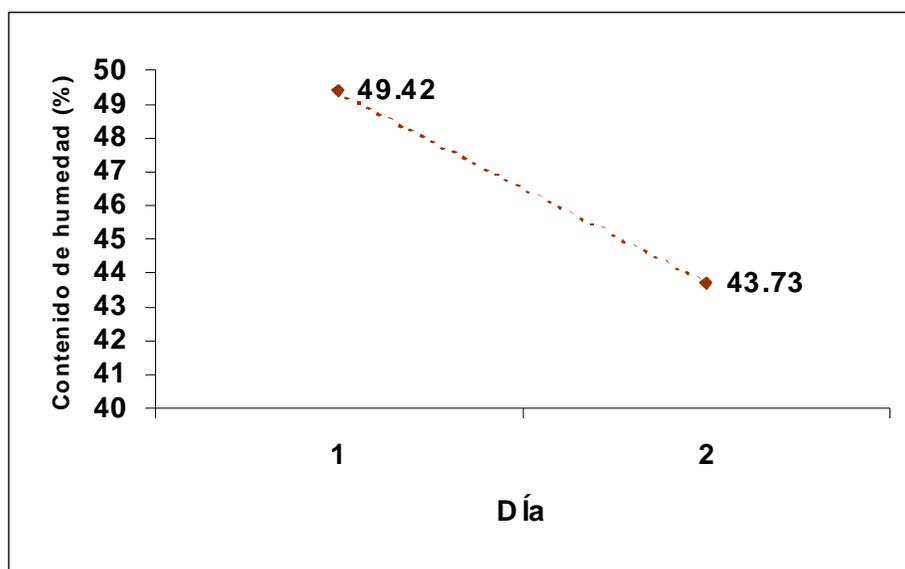
<sup>182</sup> ACERO Op. cit., p. 215.

**Tabla 31. Determinación de peso en lote de semillas de *P. integrifolia* (Presl) Walpers (2 muestras de 100 semillas c/u)**

Número de muestra	Peso (g)	Número de semillas por Kg
1	148,01	675
2	150,42	664
<b>Promedio</b>	<b>149,22</b>	<b>670</b>
$\sigma_{n-1}$	1,704	
CV	1,14%	

**Contenido de humedad (CH):** las semillas de trapiche pierden rápidamente su viabilidad. En estado fresco presentaron un CH inicial de 49.4%. Las semillas se almacenaron al segundo día de haber llegado a Cenicafé, con un contenido de humedad de 43.7%; estas semillas se deshidratan muy rápido. Es escasa, la información que existe sobre el contenido de humedad adecuado para el almacenamiento de la semilla de esta especie.

**Figura. 67. Comportamiento a través del tiempo del contenido de humedad diario para la especie *P. integrifolia* (trapiche)**



**3.7.2 Viabilidad de la semilla de trapiche (%).** El número de semillas colectadas para la especie *Prunus integrifolia* (Trapiche), no fue suficiente para realizar el ensayo de almacenamiento propuesto, debido a la baja fructificación de éste árbol en el año 2005. Se recolectaron solamente 600 semillas; por lo cual solo se almacenaron a 12°C y 20°C (temperatura ambiente). Por tanto, **esta especie fue evaluada solamente bajo 2 tratamientos 12°C y 20°C**. Las evaluaciones de la prueba de tetrazolio, solo se realizaron al inicio y al sexto mes de conservación.

En el tratamiento a 12°C, durante los seis meses de almacenamiento, las semillas de trapiche disminuyeron en un 60% su viabilidad, con respecto a la inicial (Tabla 30).

En el tratamiento a 20°C, a los 6 meses de almacenamiento, se registró pérdida total de la viabilidad de la semilla; los embriones presentaban resecamiento.

**Tabla 32. Viabilidad (%) de las semillas por tratamiento**

Temperatura (°C)	Tiempo (Mes)	Número de semillas de la muestra	Semilla viva	Porcentaje de viabilidad (%)
12	0	50	15	30
	6		6	12
20	0	50	15	30
	6		0	0

En el tratamiento 20°C (ambiente), al cuarto mes de almacenamiento se presentó, tanto en el sustrato (aserrín) como en las semillas, ataque de hongos y bacterias. Los organismos aislados fueron:

- *Penicillium* spp en el sustrato de almacenado (aserrín de pino). Bermúdez<sup>183</sup>, afirma que este hongo es muy común en semillas almacenadas y causa el mayor porcentaje de pérdidas en almacenamiento. (figura 68)
- *Erwinia* spp en las semillas, las cuales presentaron sobre su superficie una coloración blanca, de olor desagradable. Este patógeno afectó el 80% de las semillas almacenadas y como consecuencia perdieron su viabilidad. (figura 68).

Se relacionó la pérdida de viabilidad, con los efectos de la presencia de estos patógenos en el sustrato y en las semillas almacenadas. El ataque estuvo asociado a los altos contenidos de humedad de la semilla (> 45%).

<sup>183</sup> BERMÚDEZ Op. cit., p. 15.

**Figura 68: Semillas de *P. integrifolia* (Presl) Walpers (trapiche), afectadas por la bacteria *Erwinia* spp**



**3.7.3 Evaluación de las variables porcentaje de germinación (PG), número de días en alcanzar el valor máximo de germinación (ND) y vigor germinativo (VG), en relación con los manejos pregerminativos empleados.** Después de aplicar en cada periodo de evaluación los dos manejos pregerminativos propuestos para esta especie, no se logró realizar ningún tipo de análisis a esta semilla, ya que no presentó germinación en semilla fresca. Al parecer, la fructificación para la época de colecta estuvo limitada por la baja cantidad de frutos y la baja calidad de los mismos. La semilla que se logró obtener al parecer presentaban de acuerdo lo que menciona Niembro<sup>184</sup>, embriones morfológicamente completos, pero fisiológicamente inmaduros, en este caso el embrión está incapacitado para movilizar y utilizar los materiales de reservas contenidos en el endospermo o en los cotiledones. Algunos ensayos de germinación realizados en Cenicafé, con semilla fresca, presentaron porcentajes de germinación de un 90%, corroborando que la calidad de los frutos colectados no fue la mejor.

En las temperaturas de almacenamiento a 12°C y 20°C , se observó que un 70% de las semillas germinaron dentro de los empaques. Estos resultados, mostraron que el aserrín utilizado como sustrato de almacenamiento, no fue adecuado para conservar esta semilla. Las semillas almacenadas, al tener contacto con el sustrato húmedo, iniciaron un proceso de imbibición, pasando por las tres fases de hidratación que realizan estas antes de germinar.

<sup>184</sup> NIEMBRO, Semillas de plantas leñosas, Op. cit., p. 93.

El remanente de semilla que no germinó en los empaques de conservación, se sembraron en sustrato de germinación pero las semillas no presentaron germinación al final del periodo de evaluación.

El sistema de empaque utilizado para el almacenamiento de la semilla de trapiche, no fue totalmente hermético (aserrín húmedo dentro de bolsa plástica). Al parecer, permitió el movimiento de humedad desde el exterior (cuartos de almacenamiento), hacia el sustrato y las semillas, por tal motivo, se causó la germinación de las semillas dentro de la bolsa. Para este estudio no es posible determinar hasta que periodo de tiempo se mantuvo la viabilidad en condiciones de conservación.

**Figura 69: Proceso de germinación de semillas de *P. integrifolia* (Presl) Walpers (trapiche)**



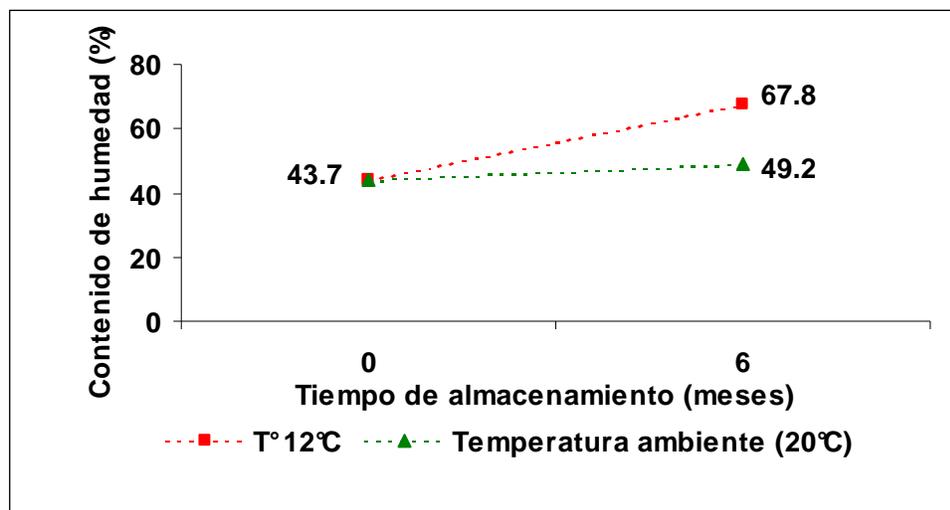
**Figura 70: Germinación de semillas de *P. integrifolia* (Presl) Walpers (trapiche), dentro del sustrato de almacenamiento**



**3.7.4 Variación del contenido de humedad (CH), en cada periodo de muestreo y por cada tratamiento de almacenamiento.** Las semillas almacenadas en cada tratamiento, incrementaron el contenido de humedad en cada periodo de evaluación (figura 71). Al parecer el sustrato de aserrín utilizado en los empaques ganaron humedad del entorno, debido a que la bolsa no fue lo suficientemente hermética. De esta manera, las semillas dentro del sustrato al tener menor humedad que el aserrín, se hidrataron tomando la humedad del medio. La humedad relativa de los cuartos de almacenamiento fue alta (75 - 90%), por lo cual se infiere que esta condición propicio a un más la hidratación de las semillas de trapiche.

Estas condiciones de alta humedad en las semillas y el sustrato de almacenado, fueron una de las causas que propició el desarrollo de los patógenos. Bermúdez<sup>185</sup>, señala que el almacenamiento por periodos superiores a un año, las altas temperaturas (entre 20 y 25°C), y la humedad mayor a 70%, incrementa la invasión de microorganismos e insectos en la semilla. Al evaluar las condiciones que se presentaron en la bodega de Cenicafé donde se realizó el almacenamiento al ambiente (20°C), se determinó que estas fueron muy similares a lo reportado por el autor.

**Figura 71. Contenido de humedad de *P. integrifolia* (trapiche) por cada temperatura de almacenamiento y tiempo de muestreo**



<sup>185</sup> BERMÚDEZ Op. cit., p. 15.

## 4 CONCLUSIONES

- Las semillas de *Alnus acuminata* spp *acuminata* H.B.K (aliso), como lo reportan algunos autores, no requieren de ningún manejo pregerminativo para mejorar y acelerar su germinación, por el contrario, la inmersión en agua dificulta la manipulación.
- En las semillas de *Alnus acuminata* spp *acuminata* H.B.K (aliso) almacenadas a 12°C, se conserva la calidad de las semillas durante seis meses de almacenamiento.
- Las semillas de *Cordia gerascanthus* L. Moldenke (Solera), almacenadas en la temperatura de almacenamiento a 12°C presentaron similitud en sus resultados tanto en la prueba de viabilidad (tinción con sales de tetrazolio) y como en la germinación en sustrato, por lo cual se mantiene la capacidad germinativa de las semillas en esta temperatura durante seis meses de almacenamiento.
- La hidratación de las semillas por 4 horas, como manejo pregerminativo, fue favorable en las semillas de *Cordia gerascanthus* L. Moldenke (Solera), en cada periodo de evaluación, lo cual incidió en los porcentajes de germinación finales (70%), al igual que en la rapidez y el vigor germinativo.
- Las semillas de *Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson. (cedrillo) conservan el porcentaje de germinación (40% a los seis meses de almacenamiento), cuando son almacenadas con un contenido de humedad de 9.4%, en un empaque hermético, a una temperatura de 12°C. Además es recomendable escarificar las semillas con esmeril antes de la siembra en sustrato.
- En las semillas de *Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson. (Cedrillo) la fluctuación del contenido de humedad por encima de 31% en el almacenamiento, originan el ataque de hongos como *Penicillium* y *Aspergillus*, lo cual influye en la pérdida del vigor germinativo.

- Para las semillas de *Juglans neotropica* (Diels) (Cedro negro), la prueba de viabilidad (prueba de tetrazolio) y de germinación en sustrato, mostraron que la mejor temperatura de almacenamiento fue a 4°C, con un contenido de humedad de 15%. Sin embargo la latencia es un factor limitante para que expresen toda su capacidad germinativa cuando son sembradas en los germinadores, por tal motivo se hace necesario escarificar las semillas con esmeril antes de la siembra, logrando así un 40% de germinación a los tres meses de haber sido sembradas.
- El manejo pregerminativo de las semillas de *Quercus humboldtii* Bonpland (roble), incidió en los porcentajes de germinación en semilla fresca; ya que aquellas inmersas en agua durante 72 horas lograron un 65% de germinación, mientras que las expuestas al sol por 24 horas solo obtuvieron un 15% de germinación con menor vigor germinativo que las sumergidas en agua.
- Las semillas de *Quercus humboldtii* Bonpland (roble), en este estudio no toleraron las condiciones iniciales para el almacenamiento (27% de CH y las temperaturas a 12°C y 20°C), por tal motivo se puede inferir su condición recalcitrante. Los porcentajes de germinación a los tres y seis meses de almacenamiento disminuyeron drásticamente (< 11%); por lo cual se deben germinar inmediatamente después de la colecta de la semilla.
- Las semillas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (Chaquiro), almacenadas a 12°C, y con un contenido de humedad entre 30 a 43%, conservaron el porcentaje de germinación (43%), hasta los seis meses de almacenamiento. El manejo pregerminativo sumergiendo las semillas en agua durante 72 horas, fue favorable ya que las semillas presentaron mayor vigorosidad en comparación a aquellas que se expusieron al sol por 24 horas (24% de germinación a los seis meses de almacenamiento).
- Las temperaturas a 12°C y 20°C de conservación y los altos contenidos de humedad (entre 43 a 67%), de la semilla de *Prunus integrifolia* (Presl) Walpers (Trapiche), causaron la proliferación de hongos y bacterias que afectaron la longevidad durante el almacenamiento. Por lo cual, se infiere que las semillas fueron susceptibles a las condiciones de conservación a las que fueron sometidas.
- En general para la mayoría de las especies forestales estudiadas en el presente trabajo, la temperatura de almacenamiento más adecuada para las semillas fue a 12°C, la cual es una opción práctica para el productor, debido a la facilidad de obtener esta temperatura en un refrigerador convencional, sin tener que adquirir equipos de altos costos.

## 5 RECOMENDACIONES

- Para la especie *Alnus acuminata* spp *acuminata* H.B.K (aliso), es recomendable realizar la prueba de germinación en condiciones de mayor altura (2000 m.s.n.m), para verificar y confrontar los resultados de germinación obtenidos en las condiciones de Cenicafé.
- Al momento de empacar las semillas en los recipientes se debe procurar disminuir al máximo el aire húmedo dentro de estos, para ello se deben utilizar empaques de tamaño adecuado según la cantidad de semilla .
- Para las especies *Alnus acuminata* spp *acuminata* H.B.K (aliso), *Cordia gerascanthus* L. Moldenke (Solera) y *Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson. (Cedrillo), es recomendable evaluar un tipo de empaque de conservación que garantice mayor hermeticidad, con el fin de evitar fluctuaciones en el contenido de humedad de las semillas, que afecte el proceso de almacenamiento.
- Antes de la siembra de la semilla en los germinadores, se debe aplicar un insecticida que prevenga los posibles ataques de hormigas.
- Evaluar en las semillas de *Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson. (Cedrillo), *Juglans neotropica* (Diels) (Cedro negro), *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (Chaquiro) y *Prunus integrifolia* (Presl) Walpers (Trapiche), diferentes manejos pregerminativos que permitan una mayor expresión de la capacidad germinativa y un mayor vigor.
- Realizar estudios más puntuales sobre la fisiología de la semilla de las especies *Quercus humboldtii* Bonpland (roble), *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (Chaquiro) y *Prunus integrifolia* (Presl) Walpers (Trapiche) con el fin de comprender y maximar la germinación en sustrato y mejorar la longevidad de las semillas en almacenamiento.
- En las semillas de *Guarea guidonia* (Jacq). P. Willson. (Cedrillo), *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (Chaquiro) y *Prunus integrifolia* (Presl) Walpers (Trapiche), se recomienda evaluar productos fungicidas y bactericidas que no incida en la germinación y así proteger la semilla durante el almacenamiento.
- Antes de utilizar cualquier sustrato dentro de los empaques de almacenamiento de semilla se recomienda esterilizarlo (producto químico, autoclave, agua hirviendo, entre otros), esta labor garantizará la disminución de patógenos que puedan afectar la viabilidad de la semilla.

## BIBLIOGRAFIA

ACERO, Luis Enrique.. Árboles de la zona cafetera colombiana. Bogotá: Fondo Cultural Cafetero, 1985. 215 p.

ALEGRIA, María del Mar.; SEMANATE, Ximena. Propagación sexual de roble *Quercus humboldtii* bajo diferentes condiciones ambientales. Cali: Smurfit cartón de Colombia, 1994. 5 p. (Informe de Investigación no 166).

ARAUJO, João Correia de, BERGEMANN, Ivor. Armazenamento de sementes En: Sementes florestais tropicais. Brasil: Associacao Brasileira de Tecnología de Sementes Florestais. 1993. p 333-373.

ARIAS BONILLA, Heriberto. Pruebas rápidas para determinar la viabilidad y/o vigor de la semilla de café. Manizales, 1987, 142 p. Trabajo de grado (Ingeniero agrónomo). Universidad de Caldas. Facultad de agronomía.

BARRETO, Gloria.; HERRERA, Juan David. El roble. Bogotá, INDERENA, 1992. 2 p. (Cartilla)

BERMÚDEZ, Hilario. Interpretación del contenido de humedad, la composición química y el almacenamiento en el sostenimiento de la viabilidad y la germinación en semillas de *Tabebuia rosea* (Bertol D.C) y *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav) Oken. Bogotá, 1988. p. 9-15. Trabajo de grado (Ingeniero Forestal) Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

BIOCOMERCIO SOSTENIBLE. Estudio del mercado colombiano de semillas forestales. Bogotá: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von humboldt, Colombia. 106p.

BRYANT, J.A. Seed physiology. Edward Arnol. London: 1985. 167p.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Costa Rica. *Alnus acuminata* spp/ *argutta*/ Schlecht Farlow. Turrialba: CATIE, 1997. 2p. (Nota Técnica sobre el Manejo de Semillas Forestales N°18).

\_\_\_\_\_. Costa Rica. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken. Turrialba: CATIE, 1997. 2p. (Nota Técnica sobre el Manejo de Semillas Forestales N°7).

\_\_\_\_\_. Costa Rica. */Guarea guara/* (Jacq.) P. Willson. Turrialba: CATIE, 1998. 2p. (Nota Técnica sobre el Manejo de Semillas Forestales N°42).

\_\_\_\_\_. Costa Rica. */Juglans neotropical/* Diels. Familia: Juglandaceae. Turrialba: CATIE, 1999. 2p. (Nota técnica sobre el manejo de semillas forestales N°82).

\_\_\_\_\_. Costa Rica. */Juglans olanchanum Standl. & L. Wms.* Familia: Juglandaceae. Turrialba: CATIE, 2000. 2p. (Nota técnica sobre el manejo de semillas forestales N°126).

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CAFÉ. Colombia. Archivos de base de datos forestales. Chinchiná: Cenicafé, 2000.

\_\_\_\_\_. Colombia. Archivos de base de datos forestales. Chinchiná: Cenicafé, 2001.

\_\_\_\_\_. Colombia. Ficha técnica para la recolección y almacenamiento de frutos y semillas. Chinchiná: Cenicafé, 2002.

\_\_\_\_\_. Colombia. Archivos meteorológicos. Chinchiná: Cenicafé. 2004

\_\_\_\_\_. Colombia. Archivos de bases de datos forestales. Chinchiná: Cenicafé, 2004.

CHIN, H.F.; KRISHNAPILLAY, B. Seed moisture: recalcitrant vs orthodox seeds. Selangor : Universiti Pertanian Malaysia. 1989.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL. *Alnus acuminata* HBK. [en línea] [México DF]. [Citado el 27 febrero de 2006]. Disponible en Internet. [Http: // www.conafor.gob.mx/programas\\_nacionales\\_forestales/pronare/fichas%20tecnicas/Alnus%20acuminata.pdf](http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/fichas%20tecnicas/Alnus%20acuminata.pdf)

\_\_\_\_\_. *Quercus rugosa*. [en línea] [México DF]. [Citado el 27 marzo de 2006]. Disponible en Internet. [Http: // http://www.conafor.gob.mx/programas\\_nacionales\\_forestales/pronare/Fichas%20Tecnicas/Quercus%20rugosa.pdf](http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/Fichas%20Tecnicas/Quercus%20rugosa.pdf).

CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL. Colombia. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales en Colombia. Bogotá: CONIF, 1990. 91 p. (Serie de Documentación N° 19).

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA. Colombia. Cartilla para el manejo de semillas forestales. Medellín: Corantioquia, 2001. 24 p.

CORREA, Jairo. Fisiología de semillas y plántulas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002. 153 p.

CZABATOR, Felix J. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. In: Forest science. Vol. 8, No. 4 (1962); p. 386 – 396

ECHEVERRI, Carlos.; GONZÁLES, Javier. Imprimación osmótica de semillas de pino romerón *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg) C.N Page. Medellín, 1999. 79 p. Trabajo de grado (Ingeniero forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias agropecuarias.

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. *Solenopsis geminata* (insecto). [En línea]. [Citado el 4 marzo de 2006]. Disponible en Internet. [www.issg.org/database/species/ecology.asp%3Fsi%3D169%26fr%3D1%26sts%3D&prev=/search%3Fq%3Dsolenopsis%2Bgeminata%26hl%3Des%26lr%3D](http://www.issg.org/database/species/ecology.asp%3Fsi%3D169%26fr%3D1%26sts%3D&prev=/search%3Fq%3Dsolenopsis%2Bgeminata%26hl%3Des%26lr%3D).

INSECTARIUM VIRTUAL. Ficha “insectos plagas” N°7 La hormiga brava. Nicaragua. [En línea] [Nicaragua] [Citado el 4 marzo de 2006]. Disponible en Internet. <http://www.insectariumvirtual.com/termitero/nicaragua/DOCUMENTOS%20DE%20INTERES/PLAG-7.htm>.

OFI-CATIE. Arboles de Centroamérica – *Cordia gerascanthus*. [En línea] [Citado el 7 marzo de 2006]. Disponible en Internet. [http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_y\\_anexos/cordia\\_gerascanthus.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/cordia_gerascanthus.pdf)

INSTITUTO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE. Colombia. *Juglans neotropica*. Bogotá: INDERENA, 1990. 62 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. Colecta, preservación, propagación y manejo de especies nativas. [En línea] [México DF]. [Citado el 29 mayo de 2004]. Disponible en Internet. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/21/colecta.html>.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. Reglas internacionales para ensayos de semillas 1976. Madrid: Ministerio de Agricultura, 1976. 183 p.

JACOBSEN, E.; MUJICA, Angel. Almacenamiento de la semilla de quinua. [En línea] [Citado el 23 abril de 2006]. Disponible en <http://www.fao.org/Regional/Lamerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro14/cap5.8.htm>.

JUSTICE, O. L. Essentials of seed testing. In Seed Biology Vol. 3 (Ed. T.T. Kozlowski). Nueva York y Londres: Academic Press, 1972. p 301–370.

LAMPRECHT, Hans; LISCANO, Carlos. Estudios sobre la germinación del *Podocarpus rospigliosii* Pilger y su desarrollo en la juventud. Mérida, Venezuela: Instituto forestal latinoamericano de investigación y capacitación, 1957. p 41 – 72.

LOPEZ, Jaime. Tratamiento pregerminativos aplicados a las semillas de cedro negro (*Juglans neotropica*) para reducir su periodo de germinación. Medellín, 1997. 75 p. Trabajo de grado (Ingeniería Forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

LÓPEZ, J. ; PIEDRAHITA, E. Tratamientos pregerminativos aplicados a la semilla de cedro negro (*Juglans neotropica*) para reducir su periodo de germinación. 1999. pp 191 – 199. En Arboleda O. (ed.). Segundo simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina. 18 – 22 de octubre, 1999. CATIE. Santo Domingo, República Dominicana.

MADRIGAL, Alejandro. Insectos forestales en Colombia: Biología, hábitos, ecología y manejo. Medellín: Marín Vieco, 2003. 848 p.

MARÍN, Adriana. Ecología y silvicultura de las Podocarpaceas andinas de Colombia. Cali: Smurfit – Cartón de Colombia, 1998. 143 p.

MESA, Inés Luz. Propiedades fisiológicas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pino colombiano), especie nativa de clima frío. Medellín, 1996. 70 p. Trabajo de grado (Biología). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad. [En línea] [Bogotá]. [Citado el 15 septiembre de 2004]. Disponible en Internet <http://www.minambiente.gov.co/mercadosverdes/biodiversidad/default.asp>.

MURCIA, M., WINGEYER, A.B., RAMOS, A., MONTERUBBIANESI, G., CARDINALI, F. Secuencia de deterioro de embriones de girasol (*Helianthus annuus* L.) durante el envejecimiento acelerado. [En línea] [Buenos Aires : Argentina] Instituto Nacional de Tecnología Agraria, 2002. [Consultado el 19 Julio de 2005]. Disponible en Internet. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/oleag/girasol/murcia.htm>

NIEMBRO ANÍBAL. Semillas forestales. En: DEPARTAMENTO DE BOSQUES UACH. (1979: Siguatepeque). Memorias de la II Convención Centroamericana de Semillas Forestales. Honduras. 1979. 86 p.

NIEMBRO, Aníbal. Semillas de plantas leñosas. México: Editorial Limusa, 1989. 93 p.

OLIVEROS, Mauricio. Recolección de insectos y arácnidos asociados a siete especies forestales durante la fase de vivero. Pasto, 1999. 35p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Guía para la manipulación de semillas forestales. [En línea] [Roma: Italia]. [Consultado el 27 febrero de 2005]. Disponible en Internet. [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_files=/dociep/006/ad232s/ad232s00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_files=/dociep/006/ad232s/ad232s00.htm)

OSPINA, Carlos. Mario.; HERNÁNDEZ, Raúl. Jaime.; GÓMEZ, Dina. Estela.; GIL, Zulma. N.; GODOY, José. Alexander; ARISTIZABAL, Fabio. Alonso; PATIÑO, José. Norbey. El aliso o cerezo. Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana. Cenicafé, 2005.

\_\_\_\_\_. El cedro negro una especie promisorio de la zona cafetera. Boletín Técnico Cenicafé N°25:1-40. 2003.

PATIÑO, Fernando.; GARZA, Pilar de la.; VILLAGOMEZ, Yolanda; TALAVERA, Ildelfonso; CAMACHO, Francisco. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1985. p. 116 – 158. (Boletín Divulgativo N° 63).

PEÑA, Alberto. REDEPAPA - Corpoica. [En línea] [Colombia]. Boletín de la papa Vol.2, No.2. 1999. [Consultado el 8 de mayo 2006]. Disponible en Internet. [Http://www.redepapa.org/boletinocho.html](http://www.redepapa.org/boletinocho.html)

PINTO, Gerardo; SIERRA, Rafael. Estado actual de la oferta y demanda de semillas forestales en Colombia. En: CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO. Colombia. Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Bogotá: CONIF, 1995. p. 11 – 20. (Serie Técnica N°32).

PIRIZ, Carrillo.; FASSOLA, H.E.; CHAVES, A.R.; MUGRIDGE, A. Almacenamiento refrigerado de semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.). [En línea] [Argentina]

INTA. [Citado el 23 abril de 2006]. Disponible en Internet. [http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/33\\_2/05.pdf](http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/33_2/05.pdf).

POPINGIS, Flávio. Fisiología da semente. Brasília: AGIPLAN, 1977. p 202-218.

PROBERT, Robin. Seed viability under ambient conditions, and the importance of drying. In SMITH, Roger.; DICKIE, John.; LININGTON, Simon.; PRITCHARD, Hugh.; PROBERT, Robin. Seed conservation – turning science into practice. Inglaterra: Royal Botanic Gardens, 2003. p 353 – 356.

QUIRÓS, Walter ; CARRILLO, Orlando. La importancia del insumo semilla de buena calidad. [En línea] [San José: Costa Rica] Oficina Nacional de Semillas. [Citado 3 Agosto 2005]. Disponible en Internet <http://www.infoagro.go.cr/ofinase/publicaciones/CALIDAD.doc>

ROBERTS, E.H. Loss of seed viability during storage. En: Thomson, J.R. Advances in research and technology of seeds. Wageningen : Holanda, 1983. p 9-34.

\_\_\_\_\_. Seed deterioration and loss of viability. En: Thomson, J.R. Advances in research and technology of seeds. Wageningen : Holanda, 1983. p 25-42.

RODRIGUEZ, Olimpo.; PEÑA, Rafael. Flora de los andes: cien especies del altiplano Cundi-boyacense. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de las Cuenca de los Ríos Bogotá, Ubaté y Suárez - CAR, 1984. 247 p.

RODRIGUEZ, Javier; NIETO, Víctor. Programa de investigación en semilla forestales nativas. Bogotá: Ministerio de Agricultura, 1999. 89 p. (Serie Técnica N°43).

SCHMIDT, Lars. Guide to handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. [En línea]. [Humblebaek : Denmark] Danida, Jul. 2004. [Citado 27 Julio 2005]. Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. Disponible en Internet. [http://www.dfsc.dk/pdf/Handbook/chapter8\\_internet.pdf](http://www.dfsc.dk/pdf/Handbook/chapter8_internet.pdf).

SEMILLAS DEL CARIBE. Manejo de vivero o almácigo. [En línea] [Guadalajara]. [Consultado el 29 mayo 2004]. Disponible en Internet. <http://www.semilladelcaribe.com.mx/paginas/5-2.htm>.

SEMINIS. Recomendaciones sobre el manejo y almacenamiento de semillas. [En línea] [México]. Seminis inc 2006. [Consultado el 9 de mayo 2006]. Disponible en Internet. [Http/ www.seminis.com.mx/resources/seed\\_hawdling.jsp](http://www.seminis.com.mx/resources/seed_hawdling.jsp)

SISTEMAS TECNICO ESTADISTICO PARA PLANTACIONES FORESTALES INDUSTRIALES EN COLOMBIA. Bogotá: Programa para el manejo de los recursos naturales. Boletín SITEP Vol. 3, No. 5 (1999); p.4-5.

STUBSGAARD, Finn. Almacenamiento de semillas. En: JARA, Fernando. Secado, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales. Turrialba: CATIE, 1997. 139 p. (Serie Técnica. Manual técnico N°24).

TRUJILLO, Enrique. Almacenamiento, principios y procesamientos. En: Seminario Nacional. Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales. Montería: Colombia, 22 – 24 de mayo de 1996. Conferencias. Bogotá, CONIF, 1996. p. 23 - 35.

\_\_\_\_\_. Fundamentos del procesamiento de semillas forestales. En: Seminario Nacional. Recolección y Procesamiento de Semilla Forestales. Montería, Mayo 22 – 24, 1996. Conferencias. Santafé de Bogotá: CONIF, 1996. p. 11 - 17.

\_\_\_\_\_. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Bogotá: CEDETRABAJO, 1989. 151 p.

VALLEJO, Alvaro.; ZAPATA, Fredy. Trees, Árboles tropicales y subtropicales de uso múltiple. (Programa). Versión 1.09. Medellín: Agrosoft Ltda, 2001.

WEAVER, Peter L. Guarea guidonia (L) Sleumer. [En línea] [New Orleans]. Department of agriculture, forest service, southern forest experiment station 1988. [Consultado el 25 febrero 2006]. Disponible en Internet. [Http/ www.fs.fed.us/global/iitf/Guareaguidonia.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/Guareaguidonia.pdf).

## ANEXOS

**ANEXO A.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0,150975 633	0,015097 563	0,000115 411
Tiempo: 3 meses	10	0,022707 155	0,002270 716	4,2205E- 06
Tiempo: 6 meses	10	0,045259 49	0,004525 949	4,06201E -05

### ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	0,00093 791	2	0,000468 955	8,779089 526	0,001155 821	3,354131 195
Dentro de Grupos	0,00144 2267	27	5,34173E -05			
Total	0,00238 0177	29				

**ANEXO B.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	253	25.3	6.233333 33
Tiempo: 3 meses	10	345	34.5	150.7222 22
Tiempo: 6 meses	10	257	25.7	320.2333 33

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	540.8	2	270.4	1.699955	0.20166	3.3541311
Dentro de Grupos	4294.7	27	159.0629			
Total	4835.5	29				

**ANEXO C.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	290	29	187.7777 78
Tiempo: 3 meses	10	110	11	32.22222 22
Tiempo: 6 meses	10	120	12	128.8888 89

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	2046.666667	2	1023.33333	8.79936306	0.001142	3.354131195
Dentro de Grupos	3140	27	116.296296			
Total	5186.666667	29				

**ANEXO D.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.1509756	0.015097	0.000115
		3	56	41
Tiempo: 3 meses	10	0.0313869	0.003138	9.9171E-06
		7	7	
Tiempo: 6 meses	10	0.0107265	0.001072	1.5486E-06
		1	65	

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	0.001146604	2	0.000573	13.55569	8.39E-05	3.3541311
			3	45		95
Dentro de Grupos	0.001141893	27	4.2292E-05			
Total	0.002288497	29				

**ANEXO E.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	253	25.3	6.233333 33
Tiempo: 3 meses	10	267	26.7	342.0111 11
Tiempo: 6 meses	10	257	25.7	493.7888 89

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	10.4	2	5.2	0.018526	0.98165	3.3541311
Dentro de Grupos	7578.3	27	280.6777	58	6	95
Total	7588.7	29				

**ANEXO F.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	290	29	187.7777 78
Tiempo: 3 meses	10	110	11	76.66666 67
Tiempo: 6 meses	10	70	7	45.55555 56

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	2746.666667	2	1373.333333	13.2903226	9.59E-05	3.354131195
Dentro de Grupos	2790	27	103.3333333			
Total	5536.666667	29				

**ANEXO G.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.1509756	0.015097	0.000115
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	0.001519576	2	0.00075979	19.7499158	5.19E-06	3.354131195
Dentro de Grupos	0.001038702	27	3.847E-05			
Total	0.002558278	29				

**ANEXO H.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	253	25.3	6.233333
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	4267.266667	2	2133.63333	1026.88235	3.37E-26	3.354131195
Dentro de Grupos	56.1	27	2.077777			
Total	4323.366667	29				

**ANEXO I.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	290	29	187.7777
Tiempo: 3 meses	10	0	0	78
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	5606.666667	2	2803.3333	44.78698	2.66E-09	3.3541311
Dentro de Grupos	1690	27	62.59259	22		95
Total	7296.666667	29				

**ANEXO J.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.051836 42	0.005183 64	2.46E- 05
Tiempo: 3 meses	10	0.061787 64	0.006178 76	1.94E- 05
Tiempo: 6 meses	10	0 0	0 0	0

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	0.0002201 3	2	0.000110 06	7.51014 9	0.0025510 13	3.35413 1
Dentro de Grupos	0.0003956 9	27	1.4655E- 05			
Total	0.0006158 1	29				

**ANEXO K.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
30	9	244	27.11111	10.1111
			11	1
40	9	330	36.66666	1
			67	
0	9	0	0	0

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	6512.2963	2	3256.148	879.16	3.55391E-23	3.40283
Dentro de Grupos	88.888888	24	3.703703			2
Total	6601.1851	26				
	9					

**ANEXO L.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	274	27.4	9.82222
Tiempo: 3 meses	10	370	37	2
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	7373.0666	2	3686.533	935.492	1.16536E-	3.35413
	7		33	5	25	1
Dentro de Grupos	106.4	27	3.940740			
			74			
Total	7479.4666	29				
	7					

**ANEXO M.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0518364	0.005183	2.4604E-05
Tiempo: 3 meses	10	0.0601817	0.006018	2.4268E-05
Tiempo: 6 meses	10	0.0266486	0.002664	5.4042E-06

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	6.09511E-05	2	3.0476E-05	1.684452	0.20446	3.3541311
Dentro de Grupos	0.000488491	27	1.8092E-05	11	4	95
Total	0.000549442	29				

**ANEXO N.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	274	27.4	9.822222
Tiempo: 3 meses	10	387	38.7	2.9
Tiempo: 6 meses	10	323	32.3	290.9

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	642.2	2	321.1	3.172692	0.05786	3.3541311
Dentro de Grupos	2732.6	27	101.2074	67	7	95
Total	3374.8	29				

**ANEXO Ñ.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	170	17	90
Tiempo: 3 meses	10	180	18	62.22222 22
Tiempo: 6 meses	10	120	12	62.22222 22

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	206.666667	2	103.33333	1.445595	0.25326	3.3541311
Dentro de Grupos	1930	27	71.48148	85	6	95
Total	2136.666667	29				

**ANEXO O.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0518364	0.005183	2.4604E-05
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0.0311679	0.003116	3.5758E-05

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	0.000136188	2	6.8094E-05	3.384286	0.04880	3.3541311
Dentro de Grupos	0.000543257	27	2.0121E-05	54	8	95
Total	0.000679445	29				

**ANEXO P.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0518364	0.005183	2.4604E-05
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0.0311679	0.003116	3.5758E-05

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	0.000136188	2	6.8094E-05	3.384286	0.04880	3.3541311
Dentro de Grupos	0.000543257	27	2.0121E-05	54	8	95
Total	0.000679445	29				

**ANEXO Q.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	274	27.4	9.822222
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	211	21.1	333.4333
				33

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	4118.866667	2	2059.43333	17.999126	1.08E-05	3.354131195
Dentro de Grupos	3089.3	27	114.418519			
Total	7208.166667	29				

**ANEXO R.** Andeva para *Alnus acuminata* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	9	160	17.77777	94.44444
Tiempo: 3 meses	9	0	0	0
Tiempo: 6 meses	9	80	8.888888	86.11111
			89	11

ANOVA

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	1422.222222	2	711.1111	11.81538	0.00026	3.4028317
Dentro de Grupos	1444.444444	24	60.18518		8	94
Total	2866.666667	26				

**ANEXO S.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi</i> <i>o</i>	<i>Varianza</i>
0.085069444	9	1.78898 078	0.19877 564	0.01430 114
0.050988554	9	0.32285 766	0.03587 307	0.00060 204
0.128571429	9	0.54316 813	0.06035 201	0.00311 308

ANOVA

<i>Origen de las</i> <i>Variaciones</i>	<i>Suma de</i> <i>cuadrados</i>	<i>Grados</i> <i>de</i> <i>libertad</i>	<i>Promedi</i> <i>o de los</i> <i>cuadrad</i> <i>os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili</i> <i>dad</i>	<i>Valor</i> <i>crítico</i> <i>para F</i>
Entre Grupos	0.1388926 98	2	0.06944 635	11.5639 444	0.00030 423	3.40283 179
Dentro de Grupos	0.1441300 93	24	0.00600 542			
Total	0.2830227 92	26				

**ANEXO T.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	201	20.1	9.43333
Tiempo: 3 meses	10	297	29.7	2.01111
Tiempo: 6 meses	10	258	25.8	82.8444

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	466.2	2	233.1	7.41656	0.00270	3.35413
Dentro de Grupos	848.6	27	31.4296	847	947	12
Total	1314.8	29				

**ANEXO U.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi</i> <i>o</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	780	78	640
Tiempo: 3 meses	10	540	54	293.333 333
Tiempo: 6 meses	10	400	40	444.444 444

**ANOVA**

<i>Origen de las</i> <i>Variaciones</i>	<i>Suma de</i> <i>cuadrados</i>	<i>Grados</i> <i>de</i> <i>libertad</i>	<i>Promedi</i> <i>o de los</i> <i>cuadrad</i> <i>os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili</i> <i>dad</i>	<i>Valor</i> <i>crítico</i> <i>para F</i>
Entre Grupos	7386.6666 67	2	3693.33 333	8.04193 548	0.00182 038	3.35413 12
Dentro de Grupos	12400	27	459.259 259			
Total	19786.666 67	29				

**ANEXO V.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi</i> <i>o</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	1.87405 022	0.18740 502	0.01400 504
Tiempo: 3 meses	10	0.53049 991	0.05304 999	0.00066 588
Tiempo: 6 meses	10	1.74011 972	0.17401 197	0.01054 594

**ANOVA**

<i>Origen de las</i> <i>Variaciones</i>	<i>Suma de</i> <i>cuadrados</i>	<i>Grados</i> <i>de</i> <i>libertad</i>	<i>Promedi</i> <i>o de los</i> <i>cuadrad</i> <i>os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili</i> <i>dad</i>	<i>Valor</i> <i>crítico</i> <i>para F</i>
Entre Grupos	0.1095414 97	2	0.05477 075	6.51596 857	0.00490 819	3.35413 12
Dentro de Grupos	0.2269517 1	27	0.00840 562			
Total	0.3364932 07	29				

**ANEXO W.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	201	20.1	9.43333
Tiempo: 3 meses	10	96	9.6	158.266
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	2021.4	2	1010.7	18.0805	1.0408E-05	3.35413
Dentro de Grupos	1509.3	27	55.9			12
Total	3530.7	29				

**ANEXO X.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	780	78	640
Tiempo: 3 meses	10	640	64	226.666 667
Tiempo: 6 meses	10	700	70	200

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	986.66666 67	2	493.333 333	1.3875	0.26693 893	3.35413 12
Dentro de Grupos	9600	27	355.555 556			
Total	10586.666 67	29				

**ANEXO Y.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi</i> <i>o</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	1.87405	0.18740	0.01400
Tiempo: 3 meses	10	0.01609	0.00160	6.0865E-06
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANOVA**

<i>Origen de las</i> <i>Variaciones</i>	<i>Suma de</i> <i>cuadrados</i>	<i>Grados</i> <i>de</i> <i>libertad</i>	<i>Promedi</i> <i>o de los</i> <i>cuadrad</i> <i>os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili</i> <i>dad</i>	<i>Valor</i> <i>crítico</i> <i>para F</i>
Entre Grupos	0.2321445	2	0.11607	24.8528	7.555E-07	3.35413
Dentro de Grupos	0.1261000	27	0.00467			12
Total	0.3582446	29				

**ANEXO Z.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	201	20.1	9.43333
Tiempo: 3 meses	10	96	9.6	158.266 667
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	2021.4	2	1010.7	18.0805	1.0408E-05	3.35413
Dentro de Grupos	1509.3	27	55.9			12
Total	3530.7	29				

**ANEXO AA.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, manejo pregerminativo inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	780	78	640
Tiempo: 3 meses	10	60	6	71.1111 111
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	37680	2	18840	79.4812	4.8548E-5	3.35413
Dentro de Grupos	6400	27	237.037		-12	12
Total	44080	29				

**ANEXO AB.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi</i> <i>o</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	1.35742 083	0.13574 208	0.00409 204
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0.22514 922	0.02251 492	0.00085 552

**ANOVA**

<i>Origen de las</i> <i>Variaciones</i>	<i>Suma de</i> <i>cuadrados</i>	<i>Grados</i> <i>de</i> <i>libertad</i>	<i>Promedi</i> <i>o de los</i> <i>cuadrad</i> <i>os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili</i> <i>dad</i>	<i>Valor</i> <i>crítico</i> <i>para F</i>
Entre Grupos	0.1058440 82	2	0.05292 204	32.0897 569	7.3248E -08	3.35413 12
Dentro de Grupos	0.0445280 75	27	0.00164 919			
Total	0.1503721 58	29				

**ANEXO AC.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	195	19.5	10.0555
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	220	22	142

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	2901.6666	2	1450.83	28.6244	2.1296E	3.35413
Dentro de Grupos	67	27	333	063	-07	12
Total	1368.5	29	50.6851			
	4270.1666		852			
	67					

**ANEXO AD.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	680	68	151.111
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	180	18	173.333
				333

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	24826.666	2	12413.333	114.780	6.2997E-14	3.35413
Dentro de Grupos	2920	27	108.148	822		12
Total	27746.666	29				

**ANEXO AE.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi</i> <i>o</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	1.35742 083	0.13574 208	0.00409 204
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0.64993 619	0.06499 362	0.00469 339

**ANOVA**

<i>Origen de las</i> <i>Variaciones</i>	<i>Suma de</i> <i>cuadrados</i>	<i>Grados</i> <i>de</i> <i>libertad</i>	<i>Promedi</i> <i>o de los</i> <i>cuadrad</i> <i>os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili</i> <i>dad</i>	<i>Valor</i> <i>crítico</i> <i>para F</i>
Entre Grupos	0.0921847 62	2	0.04609 238	15.7393 627	2.944E- 05	3.35413 12
Dentro de Grupos	0.0790689 13	27	0.00292 848			
Total	0.1712536 75	29				

**ANEXO AF.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi o</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	195	19.5	10.0555
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	218	21.8	137.511
				111

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedi o de los cuadrad os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili dad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	2869.2666	2	1434.63	29.1658	1.7924E	3.35413
	67		333	008	-07	12
Dentro de Grupos	1328.1	27	49.1888			
			889			
Total	4197.3666	29				
	67					

**ANEXO AG.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi</i> <i>o</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	680	68	151.111 111
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	320	32	551.111 111

**ANOVA**

<i>Origen de las</i> <i>Variaciones</i>	<i>Suma de</i> <i>cuadrados</i>	<i>Grados</i> <i>de</i> <i>libertad</i>	<i>Promedi</i> <i>o de los</i> <i>cuadrad</i> <i>os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili</i> <i>dad</i>	<i>Valor</i> <i>crítico</i> <i>para F</i>
Entre Grupos	23146.666 67	2	11573.3 333	49.4430 38	9.4127E -10	3.35413 12
Dentro de Grupos	6320	27	234.074 074			
Total	29466.666 67	29				

**ANEXO AH.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable PG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi</i> <i>o</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	1.35742	0.13574	0.00409
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANOVA**

<i>Origen de las</i> <i>Variaciones</i>	<i>Suma de</i> <i>cuadrados</i>	<i>Grados</i> <i>de</i> <i>libertad</i>	<i>Promedi</i> <i>o de los</i> <i>cuadrad</i> <i>os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili</i> <i>dad</i>	<i>Valor</i> <i>crítico</i> <i>para F</i>
Entre Grupos	0.1228394	2	0.06141	45.0286	2.5121E	3.35413
	21		971	554	-09	12
Dentro de Grupos	0.0368283	27	0.00136			
	74		401			
Total	0.1596677	29				
	95					

**ANEXO AI.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable ND, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	195	19.5	10.0555
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANOVA**

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre Grupos	2535	2	1267.5	378.149	1.8005E-20	3.35413
Dentro de Grupos	90.5	27	3.35185	171		12
Total	2625.5	29				

**ANEXO AJ.** Andeva para *Cordia gerascanthus* en la variable VG, sin manejo pregerminativo (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedi</i> <i>o</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	680	68	151.111
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANOVA**

<i>Origen de las</i> <i>Variaciones</i>	<i>Suma de</i> <i>cuadrados</i>	<i>Grados</i> <i>de</i> <i>libertad</i>	<i>Promedi</i> <i>o de los</i> <i>cuadrad</i> <i>os</i>	<i>F</i>	<i>Probabili</i> <i>dad</i>	<i>Valor</i> <i>crítico</i> <i>para F</i>
Entre Grupos	30826.666	2	15413.3	306	2.8129E	3.35413
	67		333		-19	12
Dentro de Grupos	1360	27	50.3703			
			704			
Total	32186.666	29				
	67					

**ANEXO AK.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable PG, manejo pregerminativo, esscarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0936779	0.0093677	4.0045E-05
Tiempo: 3 meses	10	0.0056743	0.0005674	5.7329E-07
Tiempo: 6 meses	10	0.0042177	0.0004217	3.9145E-07

**ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.000525	2	0.0002625	19.2024628	6.4964E-06	3.3541308
Dentro de los grupos	0.0003690	27	1.367E-05			3
Total	0.0008940	29				

**ANEXO AL.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable ND, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	549	54.9	22.9888889
Tiempo: 3 meses	10	402	40.2	1242.62222
Tiempo: 6 meses	10	423	42.3	1357.12222

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1264.2	2	632.1	0.7230243	0.4944410	3.3541308
Dentro de los grupos	23604.6	27	874.24444			
Total	24868.8	29				

**ANEXO AM.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable VG, manejo pregerminativo, esscarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	450	45	383.33333
Tiempo: 3 meses	10	110	11	121.11111
Tiempo: 6 meses	10	100	10	111.11111

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	7940	2	3970	19.348375	6.1174E-06	3.3541308
Dentro de los grupos	5540	27	205.18518	5		3
Total	13480	29				

**ANEXO AN.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable PG, manejo pregerminativo, esscarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0936779	0.0093677	4.0045E-05
Tiempo: 3 meses	10	0.0445369	0.0044536	2.8539E-06
Tiempo: 6 meses	10	0.0336144	0.0033614	5.7989E-06

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0002047	2	0.0001023	6.3059503	0.0056593	3.3541308
Dentro de los grupos	0.0004382	27	1.6233E-05			
Total	0.0006430	29				

**ANEXO AÑ.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable ND, manejo pregerminativo, esscarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	549	54.9	22.988888
Tiempo: 3 meses	10	720	72	34.222222
Tiempo: 6 meses	10	731	73.1	35.655555

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2082.8666	2	1041.4333	33.642857	4.6601E-08	3.3541308
Dentro de los grupos	835.8	27	30.955555	1		3
Total	2918.6666	29				

**ANEXO AO.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable VG, manejo pregerminativo, esscarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	450	45	383.33333
Tiempo: 3 meses	10	490	49	76.666666
Tiempo: 6 meses	10	400	40	200

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	406.66666	2	203.33333	0.9242424	0.4090253	3.3541308
Dentro de los grupos	5940	27	220			
Total	6346.6666	29				

**ANEXO AP.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable PG, manejo pregerminativo, esscarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0936779	0.0093677	4.0045E-05
Tiempo: 3 meses	10	0.0050468	0.0005046	1.4147E-07
Tiempo: 6 meses	10	0.0046764	0.0004676	3.1697E-07

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0005259	2	0.0002629	19.475808	5.8059E-06	3.3541308
Dentro de los grupos	0.0003645	27	1.3501E-05			
Total	0.0008904	29				

**ANEXO AQ.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable ND, manejo pregerminativo, esscarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	549	54.9	22.9888889
Tiempo: 3 meses	10	655	65.5	684.9444444
Tiempo: 6 meses	10	449	44.9	1512.1

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2122.4	2	1061.2	1.4340325	0.2559264	3.3541308
Dentro de los grupos	19980.3	27	740.01111		2	3
Total	22102.7	29				

**ANEXO AR.** Andeva para *Guarea guidonia* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	450	45	383.33333 3
Tiempo: 3 meses	10	150	15	72.222222 2
Tiempo: 6 meses	10	120	12	151.11111 1

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6660	2	3330	16.467033	2.1126E-05	3.3541308 3
Dentro de los grupos	5460	27	202.22222 2			
Total	12120	29				

**ANEXO AS.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable PG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0570434	0.0057043	3.0342E-06
Tiempo: 3 meses	10	0.0357701	0.0035770	4.399E-06
Tiempo: 6 meses	10	0.0336993	0.0033699	3.8156E-06

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3.3393E-05	2	1.6696E-05	4.4528475	0.021316	3.3541308
Dentro de los grupos	0.0001012	27	3.7496E-06	1		3
Total	0.0001346	29				

**ANEXO AT.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable ND, manejo pregerminativo, esscarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	590	59	17.777777 8
Tiempo: 3 meses	10	666	66.6	31.6
Tiempo: 6 meses	10	698	69.8	10.177777 8

**ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	615.46666 7	2	307.73333 3	15.501492 5	3.2872E- 05	3.3541308 3
Dentro de los grupos	536	27	19.851851 9			
Total	1151.4666 7	29				

**ANEXO AU.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	440	44	71.111111
Tiempo: 3 meses	10	380	38	128.888889
Tiempo: 6 meses	10	390	39	121.111111

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	206.666667	2	103.333333	0.9653979	0.3935914	3.3541308
Dentro de los grupos	2890	27	107.037037			
Total	3096.666667	29				

**ANEXO AV.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable PG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0570434	0.0057043	3.0342E-06
Tiempo: 3 meses	10	0.0211243	0.0021124	2.1561E-06
Tiempo: 6 meses	10	0.0141891	0.0014189	1.1032E-06

**ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0001058	2	5.2913E-05	25.222968	6.6363E-07	3.3541308
Dentro de los grupos	5.6641E-05	27	2.0978E-06			3
Total	0.0001624	29				

**ANEXO AW.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable ND, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	590	59	17.777777
Tiempo: 3 meses	10	662	66.2	11.955555
Tiempo: 6 meses	10	673	67.3	49.122222

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	406.46666	2	203.23333	7.7318585	0.0022139	3.3541308
Dentro de los grupos	709.7	27	26.285185			
Total	1116.1666	29				

**ANEXO AX.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	440	44	71.111111
Tiempo: 3 meses	10	290	29	98.888888
Tiempo: 6 meses	10	240	24	115.55555

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2166.6666	2	1083.3333	11.381323	0.0002601	3.3541308
Dentro de los grupos	2570	27	95.185185		4	3
Total	4736.6666	29				

**ANEXO AY.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable PG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0570434	0.0057043	3.0342E-06
Tiempo: 3 meses	10	0.0074851	0.0007485	8.2146E-07
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0001922	2	9.61E-05	74.773517	9.7903E-06	3.3541308
Dentro de los grupos	3.4701E-05	27	1.2852E-06		12	3
Total	0.0002269	29				

**ANEXO AZ.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable ND, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	590	59	17.777777
Tiempo: 3 meses	10	560	56	414.22222
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	22086.666	2	11043.333	76.689814	7.3262E-12	3.3541308
Dentro de los grupos	3888	27	144	8		3
Total	25974.666	29				

**ANEXO BA.** Andeva para *Juglans neotropica* en la variable VG, manejo pregerminativo, escarificación con esmeril (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	440	44	71.111111 1
Tiempo: 3 meses	10	160	16	93.333333 3
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9920	2	4960	90.486486	1.0723E-5	3.3541308
Dentro de los grupos	1480	27	54.814814		12	3
Total	11400	29				

**ANEXO BB.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.5595511	0.0559551	0.0009947
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0208731	2	0.0104365	31.476733	8.7936E-08	3.3541308
Dentro de los grupos	0.0089522	27	0.0003315			
Total	0.0298254	29				

**ANEXO BC.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	332	33.2	93.288888
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	7348.2666	2	3674.1333	118.15340	4.4378E-14	3.3541308
Dentro de los grupos	839.6	27	31.096296	6		3
Total	8187.8666	29				

**ANEXO BD.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	650	65	316.66666
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	28166.666	2	14083.333	133.42105	1.009E-14	3.3541308
Dentro de los grupos	2850	27	105.55555	3		3
Total	31016.666	29				

**ANEXO BE.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0129314	0.0012931	1.1342E-06
Tiempo: 3 meses	10	0.0006574	6.5746E-05	4.3226E-08
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.061E-05	2	5.3051E-06	13.517051	8.5584E-05	3.3541308
Dentro de los grupos	1.0597E-05	27	3.9247E-07			3
Total	2.1207E-05	29				

**ANEXO BF.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	408	40.8	251.955556
Tiempo: 3 meses	10	39	3.9	152.1
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	10138.2	2	5069.1	37.636656	1.5546E-08	3.3541308
Dentro de los grupos	3636.5	27	134.685185			
Total	13774.7	29				

**ANEXO BG.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	150	15	72.222222
Tiempo: 3 meses	10	10	1	10
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1406.6666	2	703.33333	25.662162	5.6991E-07	3.3541308
Dentro de los grupos	740	27	27.407407			
Total	2146.6666	29				

**ANEXO BH.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable PG, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0129314	0.0012931	1.1342E-06
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.1148E-05	2	5.5741E-06	14.7436956	4.6996E-05	3.35413083
Dentro de los grupos	1.0208E-05	27	3.7806E-07			
Total	2.1356E-05	29				

**ANEXO BI.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable ND, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 12°C)

RESUMAE  
N

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	408	40.8	251.95555 6
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	11097.6	2	5548.8	66.068795	3.9763E-11	3.3541308
Dentro de los grupos	2267.6	27	83.985185	2		3
Total	13365.2	29				

**ANEXO BJ.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable VG, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	150	15	72.222222
Tiempo: 3 meses	10	0	0	0
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1500	2	750	31.153846	9.6919E-08	3.3541308
Dentro de los grupos	650	27	24.074074			
Total	2150	29				

**ANEXO BK.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable PG, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0129314	0.0012931	1.1342E-06
Tiempo: 3 meses	10	0.0006574	6.5746E-05	4.3226E-08
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.061E-05	2	5.3051E-06	13.517051	8.5584E-05	3.3541308
Dentro de los grupos	1.0597E-05	27	3.9247E-07			3
Total	2.1207E-05	29				

**ANEXO BL.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable ND, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	408	40.8	251.955556
Tiempo: 3 meses	10	39	3.9	152.1
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	10138.2	2	5069.1	37.636656	1.5546E-08	3.3541308
Dentro de los grupos	3636.5	27	134.685185			
Total	13774.7	29				

**ANEXO BM.** Andeva para *Quercus humboldtii* en la variable VG, manejo pregerminativo, exposición al sol (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	150	15	72.222222
Tiempo: 3 meses	10	10	1	10
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1406.6666	2	703.33333	25.662162	5.6991E-07	3.3541308
Dentro de los grupos	740	27	27.407407			
Total	2146.6666	29				

**ANEXO BN.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0165048	0.0016504	8.6764E-07
Tiempo: 3 meses	10	0.0026704	0.0002670	5.8918E-08
Tiempo: 6 meses	10	0.0253143	0.0025314	3.0243E-06

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2.6058E-05	2	1.3029E-05	9.8931619	0.0005981	3.3541308
Dentro de los grupos	3.5558E-05	27	1.317E-06	1	4	3
Total	6.1616E-05	29				

**ANEXO BÑ.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	732	73.2	213.73333
Tiempo: 3 meses	10	729	72.9	2540.1
Tiempo: 6 meses	10	507	50.7	751.12222

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3330.6	2	1665.3	1.4253818	0.2579362	3.3541308
Dentro de los grupos	31544.6	27	1168.3185			
Total	34875.2	29				

**ANEXO BO.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	280	28	84.444444 4
Tiempo: 3 meses	10	140	14	115.55555 6
Tiempo: 6 meses	10	220	22	173.33333 3

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	986.66666 7	2	493.33333 3	3.9642857 1	0.0309363 9	3.3541308 3
Dentro de los grupos	3360	27	124.44444 4			
Total	4346.6666 7	29				

**ANEXO BP.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0165048	0.0016504	8.6764E-07
Tiempo: 3 meses	10	0.0052848	0.0005284	2.216E-07
Tiempo: 6 meses	10	0.0467470	0.0046747	7.3898E-06

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9.1986E-05	2	4.5993E-05	16.273081	2.3061E-05	3.3541308
Dentro de los grupos	7.6311E-05	27	2.8263E-06			
Total	0.0001683	29				

**ANEXO BP'.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	732	73.2	213.733333
Tiempo: 3 meses	10	1048	104.8	20.177777
Tiempo: 6 meses	10	737	73.7	531.56666

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6553.4	2	3276.7	12.841783	0.0001204	3.3541308
Dentro de los grupos	6889.3	27	255.15925		5	3
Total	13442.7	29				

**ANEXO BQ.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	280	28	84.444444 4
Tiempo: 3 meses	10	220	22	106.66666 7
Tiempo: 6 meses	10	430	43	90

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2340	2	1170	12.486166	0.0001447	3.3541308
Dentro de los grupos	2530	27	93.703703		1	3
Total	4870	29				

**ANEXO BR.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.0165048	0.0016504	8.6764E-07
Tiempo: 3 meses	10	0.0073411	0.0007341	3.9885E-07
Tiempo: 6 meses	10	0.0162633	0.0016263	3.8896E-07

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5.4546E-06	2	2.7273E-06	4.9424129	0.0148240	3.3541308
Dentro de los grupos	1.4899E-05	27	5.5182E-07	5	3	3
Total	2.0354E-05	29				

**ANEXO BS.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	732	73.2	213.73333
Tiempo: 3 meses	10	1001	100.1	46.766666
Tiempo: 6 meses	10	799	79.9	176.54444

**ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3921.8	2	1960.9	13.460187	8.8054E-05	3.3541308
Dentro de los grupos	3933.4	27	145.68148	1		3
Total	7855.2	29				

**ANEXO BT.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo, inmersión en agua (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	280	28	84.444444
Tiempo: 3 meses	10	260	26	160
Tiempo: 6 meses	10	280	28	40

**ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	26.666666	2	13.333333	0.140625	0.8694472	3.3541308
Dentro de los grupos	2560	27	94.814814		4	3
Total	2586.6666	29				

**ANEXO BU.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.000125	0.0000125	1.5625E-09
Tiempo: 3 meses	10	0.00015625	1.5625E-05	2.4414E-09
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.3672E-09	2	6.8359E-10	0.5121951	0.6048845	3.3541308
Dentro de los grupos	3.6035E-08	27	1.3346E-09	2	5	3
Total	3.7402E-08	29				

**ANEXO BV.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	80	8	640
Tiempo: 3 meses	10	80	8	640
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	426.666667	2	213.333333	0.5	0.6120366	3.3541308
Dentro de los grupos	11520	27	426.666666			3
Total	11946.666667	29				

**ANEXO BW.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 4°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	10	1	10
Tiempo: 3 meses	10	10	1	10
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6.66666667	2	3.33333333	0.5	0.6120366	3.3541308
Dentro de los grupos	180	27	6.66666666			3
Total	186.666667	29				

**ANEXO BX.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.000125	0.0000125	1.5625E-09
Tiempo: 3 meses	10	0.00114382	0.00011438	3.0473E-08
Tiempo: 6 meses	10	0.03601464	0.0036014	3.0801E-05

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	8.3503E-05	2	4.1751E-05	4.06229499	0.02868526	3.35413083
Dentro de los grupos	0.0002775	27	1.0278E-05			
Total	0.000361	29				

**ANEXO BY.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	80	8	640
Tiempo: 3 meses	10	387	38.7	1813.1222
Tiempo: 6 meses	10	459	45.9	96.544444

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	8102.4666	2	4051.2333	4.7667799	0.0168682	3.3541308
Dentro de los grupos	22947	27	849.88888		1	3
Total	31049.466	29				

**ANEXO BZ.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 12°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	10	1	10
Tiempo: 3 meses	10	60	6	48.8888889
Tiempo: 6 meses	10	240	24	182.2222222

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2926.66667	2	1463.33333	18.2073733	9.8592E-06	3.35413083
Dentro de los grupos	2170	27	80.3703704			
Total	5096.66667	29				

**ANEXO CA.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable PG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	0.000125	0.0000125	1.5625E-09
Tiempo: 3 meses	10	0.0053275	0.00053275	3.1967E-07
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.8488E-06	2	9.244E-07	8.6329114	0.0012632	3.3541308
Dentro de los grupos	2.8911E-06	27	1.0708E-07		4	3
Total	4.7399E-06	29				

**ANEXO CB.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable ND, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	80	8	640
Tiempo: 3 meses	10	891	89.1	185.655556
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	48600.0667	2	24300.0333	88.2935984	1.4298E-12	3.35413083
Dentro de los grupos	7430.9	27	275.218519			
Total	56030.9667	29				

**ANEXO CC.** Andeva para *Retrophyllum rospigliosii* en la variable VG, manejo pregerminativo exposición al sol (Tratamiento 20°C)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Sumaa</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tiempo: 0 (inicial)	10	10	1	10
Tiempo: 3 meses	10	190	19	121.11111
Tiempo: 6 meses	10	0	0	0

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Sumaa de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2286.6666	2	1143.3333	26.161016	4.8039E-07	3.3541308
Dentro de los grupos	1180	27	43.703703			
Total	3466.6666	29				