



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“OPTIMIZACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA PRE-GERMINACIÓN DEL
LAUREL DE CERA (*Morella pubescens* H y B ex Willdenow)”**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Forestal

AUTORES:

GUADALUPE CASTRO

RIGOBERTO AYALA

TUTOR:

ING. FOR. WALTER A. PALACIOS

Ibarra – Ecuador

2011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

"OPTIMIZACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA PRE-GERMINACIÓN DEL LAUREL DE CERA (*Morella pubescens* H y B ex Willdenow)"

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el TÍTULO de:

INGENIERO(A) FORESTAL

APROBADA:

Ing. For. Walter A. Palacios
TUTOR DE TESIS

Ing. For. Segundo Fuentes
ASESOR:

Ibarra-Ecuador

2011



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	170354746-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	CASTRO MARÍA GUADALUPE		
DIRECCIÓN	Imbabura, Ibarra. Cda. Los Ceibos Calle Río Chimbo # 4-66		
EMAIL:	hindujel@yahoo.com		
TELÉFONO FIJO:	06-264-4632	TELÉFONO MÓVIL:	083269103
DATOS DE CONTACTO 2			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	050054239-4		
APELLIDOS Y NOMBRES:	AYALA GARZÓN NELIO RIGOBERTO		
DIRECCIÓN	Imbabura, Ibarra. Cda. Los Ceibos Calle Río Chimbo # 4-66		
EMAIL:	hindujel@yahoo.com		
TELÉFONO FIJO:	06-264-4632	TELÉFONO MÓVIL:	083113337
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	OPTIMIZACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA GERMINACIÓN DEL LAUREL DE CERA (<i>Morella pubescens</i> H y B ex Willdenow)		
AUTORES:	CASTRO MARÍA GUADALUPE Y AYALA GARZÓN NELIO RIGOBERTO		
FECHA:	3 de junio del 2011		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	X PREGRADO		POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO FORESTAL		
TUTOR:	ING. FOR. WALTER PALACIOS		

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, CASTRO MARÍA GUADALUPE, con cédula de ciudadanía Nro. 170354746-1 y AYALA GARZÓN NELIO RIGOBERTO, con cédula de ciudadanía Nro. 050054239-4; en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 14 de junio de 2011.

LOS AUTORES:

ACEPTACIÓN:

María Guadalupe Castro

C.C.: 170354746-1

Nelio Rigoberto Ayala Garzón

C.C.: 050054239-4

Esp. Ximena Vallejo

JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotros, CASTRO MARÍA GUADALUPE, con cédula de ciudadanía Nro. 170354746-1 y AYALA GARZÓN NELIO RIGOBERTO, con cédula de ciudadanía Nro. 050054239-4; manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominada “OPTIMIZACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA PRE-GERMINACIÓN DEL LAUREL DE CERA (*Morella pubescens* H y B ex Willdenow)”, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

María Guadalupe Castro

C.C.: 170354746-1

Nelio Rigoberto Ayala Garzón

C.C.: 050054239-4

Ibarra, 14 de junio de 2011.

FORMATO DEL REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 14 de junio de 2011

CASTRO MARÍA GUADALUPE, AYALA GARZÓN NELIO RIGOBERTO. OPTIMIZACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA PRE-GERMINACIÓN DEL LAUREL DE CERA (*Morella pubescens* H y B ex Willdenow)/ TRABAJO DE GRADO. Ingenieros Forestales. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra. EC. Junio 2011. 108 p. anex.

TUTOR: Palacios Cuenca, Walter A.

Una de las especies promisorias nativas forestales, que ha de ser utilizada no solo para la forestación de zonas deterioradas o desérticas sino también para el incremento de la biomasa, es el laurel de cera (*Morella pubescens* H.B ex Wild). Desafortunadamente su germinación es baja lo que hace necesario investigar procesos artificiales más rápidos. Tres métodos pre-germinativos fueron analizados en esta investigación: a) eliminación de cera con solventes orgánicos, b) eliminación de posibles inhibidores de germinación (cambios diarios de agua de grifo) y c) inductores de germinación (hormonas). Los resultados obtenidos en el primer método revelaron que el peróxido de hidrógeno y éter de petróleo son los solventes orgánicos más recomendables. Con respecto al segundo método, las condiciones experimentales (choque térmico) posiblemente influyeron negativamente en el proceso germinativo, presentando ausencia de emergencia con excepción del testigo. Finalmente la evaluación del método tercero, reflejo porcentajes de germinación relativamente altos para el ácido giberélico y el ácido naftaleno acético comparado con el testigo. Además, se observó que no hubo efecto sinérgico entre ambos ácidos bajo las condiciones estudiadas.

Fecha: Defensa de Tesis.
3 de junio de 2011

f) Tutor de Tesis

f) Autor

f) Autor

PRESENTACIÓN

Son responsabilidad de los autores las ideas, conceptos, datos, tablas, resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones que se presentan en este documento, los mismos que pueden ser utilizados como base para investigaciones futuras, respetando la autoría.

DEDICATORIA

A nuestras hijas, sinónimo de orgullo y felicidad

AGRADECIMIENTO

De manera especial al Ingeniero Forestal Walter A. Palacios Cuenca, director de tesis; por su confianza, paciencia, soporte intelectual, estímulo, orientación, asesoramiento y supervisión en ésta, nuestra investigación. Nuestra sincera apreciación, a él, por los desafíos brindados que nos ayudaron a culminar esta meta.

Nuestro reconocimiento a los Ingenieros Gloria Cristina Luna Cabrera (especialista en gestión de proyectos, M. Sc. Educación Ambiental) y Germán Chávez docentes de la Universidad de Nariño (Colombia) por su desinteresada colaboración, orientación y consejos en esta investigación.

A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, sus autoridades y catedráticos de la Escuela de Ingeniería Forestal por darnos la oportunidad de culminar con este reto.

A los Ingenieros: Antonio Jaramillo M.Sc., Germán Terán y Miguel Echeverría, por su persistente estímulo y apoyo científico.

Finalmente, a nuestras hijas: Dra. Janiny Ayala y Carla, PhD, que con su respeto, amor y sugerencias nos impulsaron a culminar ésta etapa.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema	2
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Formulación de Hipótesis	5

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 Generalidades del laurel de cera	6
2.1.1 Descripción de la especie	6
2.1.2 Clasificación Taxonómica	6
2.1.3 Distribución natural	7
2.1.4 Descripción botánica	8
2.1.5 Crecimiento	13
2.2 Propagación y reproducción	13
2.3 Recolección y cosecha	14
2.4 Almacenamiento y preparación de la semilla	14
2.5 Escarificación de las semillas	14
2.6 Viveros de laurel de cera	15
2.7 Siembra	15
2.8 Época de producción	16

2.9	Cera de laurel	16
2.10	Usos e importancia del laurel de cera	17
2.11	Generalidades de la germinación de las semillas	17
2.12	Germinación	18
2.13	Latencia de las semillas	18
2.14	Tratamientos Pre-germinativos	20
2.15	Flotación	26

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS 27

3.1	Área de estudio	27
3.2	Materiales	29
3.2.1	Herramientas	29
3.2.2	Materiales para construcción de invernadero	29
3.2.3	Reactivos químicos	29
3.2.4	Materiales y equipos de laboratorio y vivero	30
3.2.5	Instrumentos	30
3.2.6	Material de campo	31
3.2.7	Materiales y equipos de oficina	31
3.2.8	Software	31
3.3	Métodos	32
3.3.1	Metodología	32
3.3.2	Tratamientos silviculturales en vivero	32
3.3.2.1	Obtención de la semilla	32
3.3.2.2	Construcción del invernadero	32
3.3.2.3	Preparación y desinfección de las platabandas	33
3.3.2.4	Preparación y esterilización del sustrato	33
3.3.2.5	Enfunde del sustrato	33
3.3.3	Tratamientos adicionales	34

3.3.3.1	Escarificación mecánica	34
3.3.3.2	Tratamiento contra el ataque de patógenos	34
3.3.3.3	Inducción de la germinación	34
3.3.4	Descripción de los métodos pre-germinativos utilizados	35
3.3.4.1	Eliminación de cera con solventes orgánicos	35
3.3.4.2	Eliminación de posibles inhibidores de germinación	36
3.3.4.3	Inductores de germinación	37
3.3.5	Labores culturales	40
3.3.5.1	Codificación	40
3.3.5.2	Riego	40
3.3.5.3	Deshierbe	40
3.3.5.4	Toma de datos	41
3.3.6	Análisis estadístico	41
3.3.7	Prueba de significancia	42
3.3.8	Tamaño de la población	42
3.3.9	Variables estudiadas	42
3.3.10	Manejo específico de las variables	43
3.3.10.1	Viabilidad	43
3.3.10.2	Energía germinativa	43
3.3.10.3	Germinación	43

CAPÍTULO IV

RESULTADOS 44

4.1	Pre-Tratamientos	44
4.1.1	Eliminación mecánica de capa superficial de cera	44
4.1.2	Viabilidad de las semillas previo a la aplicación de tratamientos	45
4.2	Método Primero: Eliminación de la cera con solventes orgánicos	45
4.2.1	Cambios colorimétricos	46
4.2.2	Energía germinativa	47

4.2.3	Germinación	48
4.2.4	Análisis estadístico para la germinación	49
4.3	Método Segundo: Eliminación de posibles inhibidores de germinación	50
4.3.1	Energía germinativa	50
4.3.2	Análisis estadístico para la germinación	50
4.4	Método Tercero: Inductores de germinación	51
4.4.1	Ácido giberélico	51
4.4.1.1	Energía germinativa aplicando ácido giberélico	51
4.4.1.2	Germinación aplicando ácido giberélico	54
4.4.1.3	Análisis estadístico de la germinación con ácido giberélico	54
4.4.2	Ácido naftaleno acético	56
4.4.2.1	Energía germinativa aplicando ácido naftaleno acético	56
4.4.2.2	Germinación aplicando ácido naftaleno acético	58
4.4.2.3	Análisis estadístico para la germinación aplicando ANA	59
4.4.3	Ácido giberélico + ácido naftaleno acético	61
4.4.3.1	Energía germinativa aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno acético	61
4.4.3.2	Germinación ácido giberélico + ácido naftaleno	63
4.4.3.3	Análisis estadístico para la germinación aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno	64
4.5	Análisis estadístico global del tercer método	66

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN 69

5.1	Eliminación de cera con solventes orgánicos	69
5.2	Eliminación de posibles inhibidores de germinación	70
5.3	Inductores de germinación	71

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES	73
---------------------	-----------

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES	75
------------------------	-----------

CAPÍTULO VIII

RESUMEN	77
----------------	-----------

CAPÍTULO IX

SUMMARY	81
----------------	-----------

CAPÍTULO X

BIBLIOGRAFÍA	85
---------------------	-----------

CAPÍTULO XI

ANEXOS	89
---------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de la especie	7
Figura 2.	Árbol de laurel de cera	8
Figura 3.	Plántulas de laurel de cera	9
Figura 4.	Hoja de laurel de cera	10
Figura 5.	Flores de laurel de cera	11
Figura 6.	Frutos de laurel de cera	12
Figura 7.	Semillas de laurel de cera	12
Figura 8.	Cera obtenida de la escarificación mecánica de las semillas	16
Figura 9.	Ilustración de las partes de la semilla	18
Figura 10.	Ubicación del sitio de estudio, sector Natabuela, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura, Ecuador	27
Figura 11.	Árbol de laurel de cera del cual se cosecharon las semillas	32
Figura 12.	Identificación de madera	40
Figura 13.	Semillas con cera (izquierda), semillas sin cera (centro), cera (derecha)	44
Figura 14.	Porcentaje de viabilidad de las semillas utilizadas	45
Figura 15.	Cambio de color según el solvente usado al sumergir las semillas de laurel de cera	46
Figura 16.	Ilustración de la energía germinativa, calculada para los tratamientos del método: Eliminación de la cera con solventes orgánicos	47
Figura 17.	Comparación de la germinación entre los distintos tratamientos del método: Eliminación de cera con solventes	48
Figura 18.	Ilustración de la energía germinativa, para los tratamientos con cambio diario de agua, 4, 8 y 16 días	50
Figura 19.	Porcentaje de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico a 2,5 ppm	51
Figura 20.	Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico a 5 ppm	52

Figura 21.	Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico a 10 ppm	53
Figura 22.	Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido naftaleno acético a 2,5 ppm	56
Figura 23.	Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido naftaleno acético a 5 ppm	57
Figura 24.	Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido naftaleno acético a 10 ppm	58
Figura 25.	Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico + ácido naftaleno acético a 2,5 ppm	61
Figura 26.	Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico + ácido naftaleno acético a 5 ppm	62
Figura 27.	Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico + ácido naftaleno acético a 10 ppm	63
Figura 28.	Comparación de los resultados porcentuales de la germinación, para los tratamientos con ácido giberélico, ácido naftaleno acético y ácido giberélico + ácido naftaleno acético a los 49 días	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Volúmenes mezclados de ácido giberélico y agua destilada para obtener las concentraciones indicadas	34
Cuadro 2.	Volúmenes mezclados de ácido naftaleno acético y agua destilada para obtener las concentraciones indicadas	35
Cuadro 3.	Volúmenes mezclados de ácido giberélico, ácido naftaleno acético y agua destilada para obtener las concentraciones indicadas	35
Cuadro 4.	Codificación de los tratamientos del método uno	36
Cuadro 5.	Codificación de los tratamientos del método dos	37
Cuadro 6.	Codificación de los tratamientos con ácido giberélico	38
Cuadro 7.	Codificación de los tratamientos con ácido naftaleno acético	39
Cuadro 8.	Codificación de los tratamientos con ácido giberélico + ácido naftaleno acético	39
Cuadro 9.	Análisis estadístico aplicado al método, eliminación de la cera con solventes orgánicos	41
Cuadro 10.	Análisis estadístico aplicado al método, eliminación de posibles inhibidores de germinación	41
Cuadro 11.	Análisis estadístico aplicado al método, inductores de germinación	42
Cuadro 12.	Cambios de color observados en los solventes orgánicos y en las semillas	46
Cuadro 13.	Germinación aplicando AG	54
Cuadro 14.	Análisis de varianza de la quinta observación con ácido giberélico	54
Cuadro 15.	Prueba de medias de Duncan para la germinación a los 49 días aplicando ácido giberélico	55
Cuadro 16.	Germinación aplicando ANA	59
Cuadro 17.	Análisis de varianza de la quinta observación con ácido naftaleno acético	59

Cuadro 18.	Prueba de medias de Duncan para la germinación a los 49 días aplicando ácido naftaleno	60
Cuadro 19.	Resultados porcentuales de la mezcla para los distintos tratamientos	64
Cuadro 20.	Análisis de varianza, ácido giberélico +, ácido naftaleno acético	64
Cuadro 21.	Prueba de medias de Duncan para la germinación a los 49 días aplicando AG + ANA	65
Cuadro 22.	Análisis de varianza de la quinta observación	66
Cuadro 23.	Prueba de Duncan para la comparación global de la germinación a los 49 días	67
Cuadro 24.	Germinación de los tratamientos del método Eliminación de cera con solventes orgánicos	78
Cuadro 25.	Germinación aplicando ácido giberélico	79
Cuadro 26.	Germinación aplicando ácido naftaleno acético	79
Cuadro 27.	Germinación aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno acético (1 : 1)	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Fotografía (distintas tomas) de las semillas de laurel de cera germinadas. La plántula posee un par de hojas embrionarias y un color rojizo en la parte inferior del hipocótilo	89
Anexo 2.	Árbol del cual se cosecho las semillas (superior) y de plántulas de laurel de cera (inferior)	90
Anexo 3.	Cuadro porcentual de la energía germinativa para cada observación	91
Anexo 4.	ADEVAS correspondientes a las observaciones del primer método	91
Anexo 5.	Fotografías (distintas tomas) de las semillas incubando en agua	92
Anexo 6.	Ilustración de la germinación de los tratamientos aplicando ácido giberélico	93
Anexo 7.	ADEVAS correspondientes a las observaciones del tercer método aplicando ácido giberélico	94
Anexo 8.	Ilustración grafica de los tratamientos aplicando acido naftaleno acético	95
Anexo 9.	ADEVAS correspondientes a las observaciones del tercer método aplicando ácido naftaleno acético	96
Anexo 10.	Ilustración gráfica de la germinación de los tratamientos aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno acético	97
Anexo 11.	ADEVAS correspondientes a las observaciones del tercer método aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno acético	98
Anexo 12.	ADEVAS correspondientes a las observaciones del tercer método comparación entre ácido giberélico, ácido naftaleno acético y ácido giberélico + ácido naftaleno acético	99
Anexo 13.	Distribución del ensayo	100
Anexo 14.	Fotografía de las platabandas con sus respectivos tratamientos y placas de identificación	100
Anexo 15.	Mapa de la localización del área experimental de la Investigación	101

Anexo 16.	Fotografías de la semilla de laurel de cera. Semilla y cubierta seminal abierta (superior), embrión y cubierta seminal (inferior)	102
Anexo 17.	Fotografías de algunos materiales utilizados	103
Anexo 18.	Fotografías de los solventes orgánico utilizados (superior) y de las semillas en el primer enjuague después de ser incubadas en ácido sulfúrico (inferior)	104
Anexo 19.	Fotografías de la investigadora recolectando semillas (superior) y tomando datos en el invernadero (inferior)	105
Anexo 20.	Fotografías del investigador observando las características de la plántula (superior) y deshierbando (inferior)	106
Anexo 21.	Fotografías de embrión iniciando su germinación (superior) y de la plántula arrojando la cubierta seminal (inferior)	107
Anexo 22.	Fotografías de las semillas germinadas y libres de la cubierta seminal	108

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las preocupaciones del mundo moderno son esencialmente ambientales. Ecuador, a pesar de tener una superficie pequeña es uno de doce países con mayor diversidad biológica del planeta. Lamentablemente también es uno de los países con un alto nivel de deforestación y explotación desordenada de recursos naturales. La ampliación de zonas utilizadas para la agricultura y ganadería es uno de los factores de mayor influencia en la destrucción de la biodiversidad forestal.

El mejoramiento y posible solución, parte de una tendencia que analiza los eventos desde el punto de vista de las múltiples interacciones de la realidad que los caracterizan, así: el conjunto de la experiencia, práctica y saber ayuda a la formación del conocimiento, incorporando la investigación científica con la acción participativa.

La concientización e importancia del incremento de la biomasa y conservación de especies promisorias y en vías de extinción como probablemente está el laurel de cera, complementan la conjugación del diálogo y convivencia que genera integración de las relaciones interpersonales y respeto por los recursos naturales; brindando así opciones de producción y protección que contesten a la dinámica entre los entornos ambiental y educativo.

Se hace necesario el estudio del laurel de cera para reforzar los cimientos de una cultura ambiental, que esté reflejada y retroalimentada por la participación, dinámica y creatividad social.

El laurel de cera es una especie en estado silvestre, sub-utilizada o poco conocida, que no obedece a ninguna tecnificación, por lo que crece de manera espontánea, motivo por el que aún no se ha podido globalizar su éxito, más posee importancia relevante en campos como la ecología y la conservación del medio ambiente, representando así un gran potencial económico a corto, mediano o largo plazo; para el país en particular y para la humanidad en general. Es por eso que debemos enfocar una acción forestadora intensa, para crear y mantener el recurso forestal como un factor determinante y como parte de la solución a los problemas socio-económicos.

Para frenar la erosión debemos aunar esfuerzos para forestar, preservar las cuencas hidrográficas, evitar la destrucción de bosques protectores, mantener los hábitats esenciales para la supervivencia de nuestra rica fauna, sobre todo amar la naturaleza.

1.1 PROBLEMA

El desgaste de los suelos por desertificación, erosión y falta de recuperación de biomasa en Ecuador, es un problema ecológico que requiere ser tratado con seriedad.

En este contexto, el conocimiento de métodos y condiciones específicas ambientales para una exitosa pre-germinación de especies nativas forestales, es precario.

Una de las especies promisorias que ha de ser utilizada no solo para la forestación de zonas deterioradas o desérticas sino también para el incremento de la biomasa y que atenuará estas anomalías, es el laurel de cera (*Morella pubescens* H.B ex Wild) que se propaga naturalmente por semillas, presentando baja germinación, lo cual se hace necesaria la investigación de métodos artificiales más rápidos que aumenten los procesos metabólicos y morfogenéticos, cuyo resultado sea una eficiente germinación de las semillas.

El éxito de la reproducción sexual depende de factores genéticos, calidad de semilla y factores ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente oxigenación que permita una respiración aerobia adecuada y una temperatura óptima. Hay semillas que poseen cubierta dura y cutinizada, que frenan la imbibición de agua e intercambio de gases, retardando la división y el alargamiento celular en el embrión y por ende la rotura de las cubiertas seminales; haciendo imposible la continuación del ciclo embrionario y germinativo, éste es el caso de las semillas de laurel de cera.

Hay limitaciones en la germinación de estas semillas, incluso cuando todas las condiciones son favorables, debido a que entran en estado de latencia durante el cual su germinación queda temporalmente suspendida o retardada.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El laurel es una especie promisoriosa y su explotación es limitada; es una especie propicia de cultivo en diferentes sistemas de producción. Además es un mitigador de impactos ambientales por adaptarse a condiciones marginales de suelo.

Sus características morfológicas (sistema radicular extenso, densidad de la copa, resistencia de las ramas) la convierten en un símbolo de la conservación de las eco- regiones alto-andinas.

El laurel de cera es una especie que brinda beneficios ambientales:

- Óptima para la exitosa colonización de sustratos seriamente destruídos ya que sus raíces fijan nitrógeno.
- Contribuye al inicio de la sucesión vegetal, lo cual posibilita el establecimiento de otras especies.
- Funciona como alimento para la fauna silvestre.
- Ayuda a regular los caudales de agua y proteger los taludes de las carreteras, riveras hídricas y pantanosas.

- Conserva las cuencas hidrográficas, enfatizando la importancia de éstas, como un espacio de vida integral; generando alternativas de producción sostenible a través de prácticas agro-ecológicas
- Induce la restauración, ya que protege y recupera los suelos degradados, formando sistemas agro-forestales y silvo-pastoriles
- Fomenta la formación de áreas boscosas, con fines de producción y protección

El estudio de métodos pre-germinativos del laurel de cera, contribuyen a la determinación de parámetros, los cuales proveen información crucial al investigador en la predicción del éxito reproductivo de las semillas.

El aporte con información científica más detallada sobre la especie al término de la investigación ha sido nuestra última meta.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Generar un aporte innovador a la ciencia, que contribuya al bienestar de la humanidad, a través de información técnica, que permita aumentar las posibilidades de germinación en semillas de laurel de cera.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de solventes orgánicos, en la eliminación de cera de semillas de laurel.
- Evaluar el efecto de eliminación de inhibidores, en la germinación de semillas de laurel.
- Determinar el efecto de inductores de germinación, en semillas de laurel de cera.

1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis nula (Ho): Los procesos artificiales de pre-germinación fueron más eficientes que el proceso natural y aumentaron el porcentaje de germinación del laurel de cera.

$$H_o = T1 = T2 = T3 = T4 = T5$$

Hipótesis alternativa (Ha): La aplicación de inductores de germinación (hormonas), en semillas de laurel de cera, aceleraron la germinación e incrementaron el porcentaje de germinación.

$$H_a = T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5$$

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Generalidades del laurel de cera

2.1.1 Descripción de la especie

Según Hoyos y Cabrera (1999), el laurel de cera es un arbusto o árbol pequeño; su origen es holártico, o sea, de la parte Norte del Continente Americano, aunque algunos autores indican que es originario del Mar Negro. Es una especie de importancia para la protección de cuencas y restaurador de suelos. Además de sus frutos se obtiene la cera que es empleada en procesos industriales. Los árboles no son cultivados por agricultores sino que crecen espontáneamente en potreros y taludes de carreteras.

Morella pubescens es un representante de un numeroso género de unas 50 especies (www.efloras.org); mantiene una relación de simbiosis con bacterias grampositivas del género *Frankia*, mismas que crecen mediante la utilización de nitrógeno atmosférico (Torres y Velasco, 2008).

2.1.2 Clasificación Taxonómica

Nombre Científico	: <i>Morella pubescens</i>
Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida

Orden : Myricales
Familia : Myricaceae
Nombres Comunes : Laurel de cera, olivo de cera, olivón, murkuna, pajte, yapurundi, ñijñi, laurel y roble.

2.1.3 Distribución natural

Es una especie que está difundida por todo el trópico con exclusión de Australia (Pérez, 1956). En Centro América se encuentra en Panamá y Costa Rica. En América del Sur: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.

En Ecuador, el género *Morella* está representado por dos especies andinas: *Morella pubescens*, característica de zonas secundarias y *Morella parvifolia* (Benth.), característica del subpáramo y páramo (www.efloras.org; Aguirre, 2006).

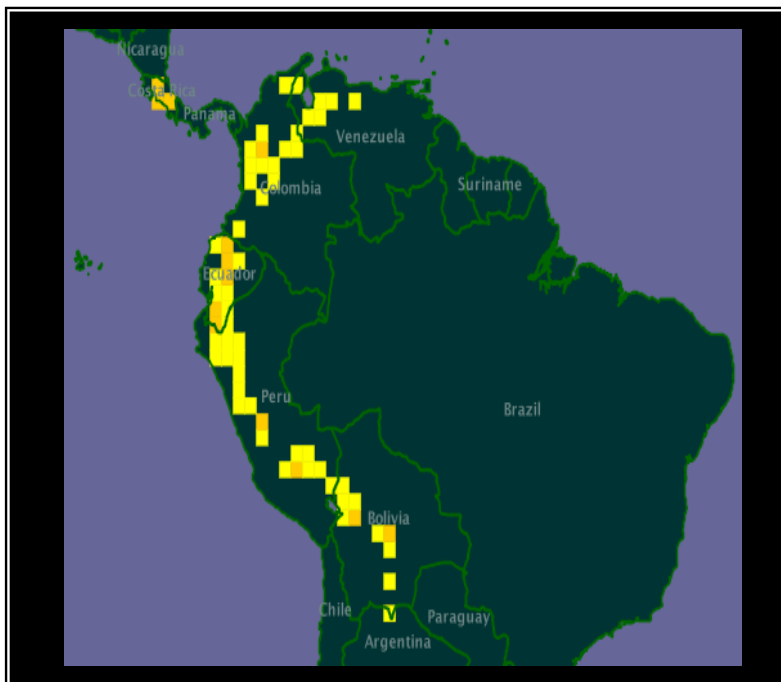


Figura 1. Distribución de la especie.

2.1.4 Descripción Botánica

Según Borja y Lasso (1990), es un árbol pequeño, resistente, tiene forma torcida, posee lenticelas y su color es grisáceo, su copa es amplia e irregular, follaje denso y de color verdoso; sus ramas crecen de horizontal a oblicua y empiezan a baja altura de la base, son medianamente gruesas y abundantes, sus ramitas son delgadas de color verdoso y olorosas al herirlas.

Posee amentos masculinos cortos, 4 – 14 estambres en un mismo verticilo; los amentos femeninos son de doble tamaño en comparación con los masculinos. Tienen un ovario súpero, bicarpelar, unilocular con superficie granulosa; 2 estilos filiformes unidos en la base, un óvulo basal. Fruto drupáceo, cubierto de gránulos de cera.

Alcanza una altura máxima reportada de 16 m por 30 cm de diámetro (www.opepa.org). Tiene un amplio rango de adaptación en cuanto a altitud y su sistema radicular es extenso (Hoyos y Cabrera, 1999).



Figura 2. Árbol de laurel de cera.

➤ **Sistema Radicular**

Las raíces presentan nódulos radiculares, que fijan nitrógeno y permiten el crecimiento del arbusto en terrenos carentes de éste elemento, razón por la cual es recomendable su utilización en la recuperación de suelos erosionados (Gallardo, 1993).

Es capaz de oxigenar nuevas plantas a partir de sus raíces, lo que le permite extenderse fácilmente por el suelo; durante sus primeros años forma ramitos, pero a manera que alcanza una altura superior a los 30 cm se desarrollan raíces laterales y superficiales, las mismas que forman una red alrededor (Hoyos y Cabrera, 1999; Trejos, 1960).



Figura 3. Plántulas de laurel de cera

➤ **Hojas**

Según Hoyos y Cabrera (1999), las hojas son coriáceas, simples, alternas y lanceoladas, pubescentes por el haz y el envés; sus bordes están provistos con

dientes pequeños y las nervaduras son salientes y se bifurcan en el ápice. Miden de 9 cm hasta 15 cm de largo por 3 cm de ancho; poseen ejes cortos y acanalados, de color verde oliva; nerviación marcada por su revés; por ambas caras tiene glándulas que son de color amarillo y expiden un olor agradable al estrujarlas (Semicol S.A., 2010).

Además, se conoce que las hojas de laurel de cera están constituidas por 121 compuestos volátiles (Celis y Pinos, 2007).



Figura 4. Hoja de laurel de cera.

➤ **Flores**

Son unisexuales, miden 2 mm de diámetro, las masculinas son de color amarillo y café y se encuentran localizadas hacia la parte baja de la espiga; se caen rápido después de liberar el polen, mientras que las femeninas son de color rojo y están dispuestas hacia el ápice; éstas perduran más tiempo mientras se desarrollan los

ovarios, convirtiéndose en frutos. Están protegidas individualmente por varias brácteas que se disponen en amentos axilares sobre ramas diferentes de la misma planta (Trejos, 1960; Semicol S.A., 2010).



Figura 5. Flores de laurel de cera.

➤ **Frutos**

Producen racimos pequeños, escamosos y duros. Los frutos miden 5 mm de diámetro; son de color café amarillento, gris verdoso, verde claro o violeta (Trejos, 1960); tiene forma esférica y en su superficie poseen gránulos de cera, que son de color blanquecino y cada uno contiene una semilla; el número de frutos por kilogramo es de 32.019 de esto 40% es cera, el 23% son impurezas y el 37% semillas (Hoyos y Cabrera, 1999).



Figura 6. Frutos de laurel de cera.

➤ **Semillas**

Las semillas se encuentran en el interior del fruto. La superficie es rugosa, de color marrón, posee consistencia dura y el tamaño es aproximadamente de 2,5 x 2,0 mm. El número promedio de semillas por kilogramo es de 100.000 (Hoyos y Cabrera, 1999).

Las semillas son dispersadas por las aves que se alimentan de los frutos y sus brizales se encuentran en un radio de 12 m de la planta madre; lo cual hace que se presente una distribución agregada (Muñoz, 1993).



Figura 7. Semillas de laurel de cera.

2.1.5 Crecimiento

➤ Altitud

A esta especie se la puede encontrar desde los 1.600 a los 3.900 msnm (Pérez, 1956; Semicol S.A., 2010).

➤ Clima

Crecen en regiones que poseen clima templado o frío, a temperatura media de 12°C - 18°C, lluvia anual de 500 a 2.000 mm; presenta resistencia a heladas y vientos fuertes; exige luz (Hoyos y Cabrera, 1999).

➤ Suelos

Prefiere suelos de textura arcillo-arenosa, aunque se la puede encontrar en una diversa variedad de tierras fértiles e infértiles, debido a la gran capacidad que tiene de fijar nitrógeno a través de sus nódulos; tolerando un gran rango de pH (Trejos, 1960).

2.2 Propagación y reproducción

Hoyos y Cabrera (1999), indicaron que las investigaciones que se han adelantado en relación con la propagación del laurel de cera son muy incipientes y las que más se conocen están relacionadas con la reproducción sexual. La propagación vegetativa por estacas o por medio de cultivo in vitro está por experimentarse.

Su forma natural de reproducción es ayudada por aves que consumen los frutos y consecuentemente los dispersan en sus excretas, cayendo directamente al suelo donde germinan, dando lugar a grupos de árboles de tamaño variable dependiendo del sitio donde las semillas son depositadas.

2.3 Recolección y cosecha

Los frutos son recolectados manualmente de los árboles que han llegado a su máximo grado de fructificación y maduración y que presenten buenas características para asegurar una alta población de plántulas sanas y vigorosas.

La cosecha de la semilla de laurel de cera se realiza durante las épocas de lluvia y de verano que rigen en la región. La forma de detectar si la semilla está lista para su cosecha, es cuando al frotarla entre las manos no desprende mucha tinta y su color es grisáceo (Muñoz, 1993).

Según Muñoz (1993), la forma de cosechar es a través del despunte de las ramas de los árboles y posteriormente sacudirlas para que la semilla caiga.

2.4 Almacenamiento y Preparación de la semilla

Deben almacenarse en lugares frescos, aireados, donde no haya exposición a los rayos solares; a temperatura menor de 5°C y humedad relativa del 8%; en envase hermético (Semicol S.A., 2010).

Es necesario remover la cera sin lesionar las semillas para garantizar una buena germinación.

2.5 Escarificación de las semillas

Según Miranda & Torres (1997), es aconsejable frotar las semillas de laurel de cera con lija número 100, durante diez minutos antes de sembrarlas.

Bravo, Castillo & Chaves (1996), indicaron que una de las mejores técnicas para la germinación es la inmersión de las semillas de laurel de cera en agua, con cambio diario durante períodos de 15 a 30 días con lo cual se aumenta la velocidad de emergencia y la proporción de la germinación.

2.6 Viveros de laurel de cera

Hoyos y Cabrera (1999), indicaron que para la producción de árboles de laurel de cera es necesario regar las semillas en germinadores contruídos con materiales que faciliten el drenaje del agua y cubiertos por un umbráculo; (capa inferior de 10 cm de grava, sobre la cual se deposita una capa de arena de 10 cm de altura y como capa superficial una mezcla de tierra -arena de 15 cm de espesor), este suelo debe ser previamente desinfectado con productos como agua hervida o formol al 40% o productos químicos comerciales adecuados.

2.7 Siembra

La semilla se riega al voleo o en surcos y se cubre con una fina capa de tierra de un grosor equivalente al doble de su tamaño. La cantidad de semilla por emplear en área de 10 metros cuadrados es de 1 kilogramo cuando se siembra en surcos y 1,5 kilogramos cuando es al voleo; el porcentaje de germinación del laurel de cera es de 20-25 por ciento (Hoyos y Cabrera, 1999).

En semilleros se siembran a 2 cm de distancia entre una y otra y en hileras separadas entre sí por 2 cm, la semilla debe quedar cubierta con el sustrato a una profundidad entre 0,5 a 1 cm. Al alcanzar las plántulas los 5 y 10 cm de altura se trasplantan a bolsas de polietileno (Semicol S.A., 2010).

Desde la siembra de la semilla en la era, hasta el trasplante a bolsa, transcurren 90 días aproximadamente, dependiendo este período de las condiciones climáticas de la zona donde se establezca el vivero pues, a mayor temperatura ambiental y del suelo mayor es el crecimiento de la plántula y por lo tanto, menor es el tiempo para el trasplante. Cuando la planta alcanza una altura de alrededor de 30 cm, es propicia para ser llevada a plantación en un sitio definitivo.

Es importante mencionar que hay que mantener el sustrato permanentemente húmedo durante la germinación pero sin excesos.

2.8 Época de producción

Por lo general los árboles empiezan a producir después de los tres años de su siembra. La época principal de producción de la semilla está comprendida entre junio y septiembre; pero en zonas más bajas (1.600 msnm) puede producirse en mayo, mientras que en zonas más altas (3.900 msnm) en octubre (Muñoz, 1993).

2.9 Cera de laurel

Se ha reportado según análisis organolépticos que la cera es de color verde amarillento, olor a parafina, sabor dulce, textura suave ligeramente porosa y consistencia blanda. Además, contiene 5,80% de humedad, una densidad de 0,96 g/ml a 25°C, con un punto de fusión de 39°C inferido de análisis físico-químicos reportados, utilizando materia prima lijada (Hoyos y Cabrera, 1999).

De 50 kilogramos de fruto, se obtiene en promedio 8,3 kilogramos de cera equivalente a 16,6%. La cantidad de cera que se obtiene de árboles que se encuentran a mayor altitud, es menor en comparación con la cantidad de cera recolectada de árboles que se encuentran en partes bajas.



Figure 8. Cera obtenida de la escarificación mecánica de las semillas.

2.10 Usos e importancia del laurel de cera

En Colombia, las hojas, tallos y raíces de esta especie son utilizados para el tratamiento de enfermedades nerviosas, laringitis aguda, ictericia, hemorragia uterina, leucorrea y diarreas; su consumo en dosis grandes produce vomito. La cera por su parte es un estimulante para las úlceras.

El fruto posee usos industriales; la cera extraída es empleada en el proceso de fabricación de panela, en la elaboración de velas, betún, barníz, jabones, fundición de bronce y además es exportada a los Estados Unidos.

Su madera es utilizada en la fabricación de cabos para herramientas y como combustible.

2.11 Generalidades de la germinación de las semillas

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y su función principal es la de multiplicarse y perpetuar la especie.

Las semillas contienen el embrión y las sustancias de reserva. El embrión es una planta en miniatura en estado de vida latente; posee uno o varios apéndices laterales llamados cotiledones, que son hojas modificadas. Los cotiledones están unidos al embrión por el nudo cotiledonal (Figura 9).

El embrión y las sustancias de reserva están rodeados por una pared denominada tegumento seminal o epispermo. Este tegumento posee dos capas llamadas testa (la más externa) y tegmen (la capa interna) y son derivadas de las capas que componen el tegumento del óvulo. La testa es casi siempre dura y resistente y el tegmen es mucho más delgado. La función del tegumento es proteger al embrión y las sustancias de reserva, pudiendo experimentar a veces algunas modificaciones que facilitan la dispersión de la semilla, como por ejemplo formaciones aladas, presencia de pelos, etc. (FontQuer)

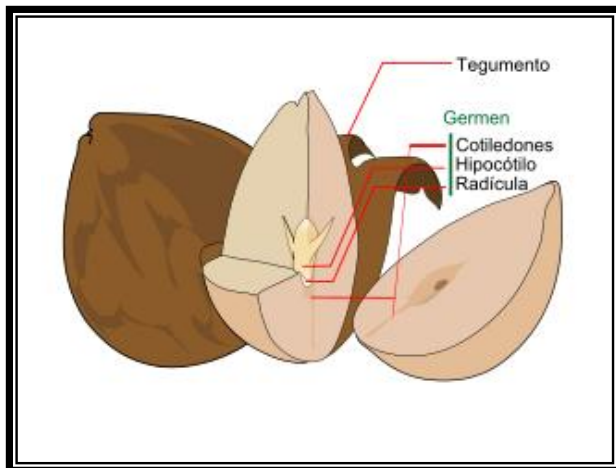


Figura 9. Ilustración de las partes de la semilla.

2.12 Germinación

La germinación involucra todos aquellos procesos que comienzan con la absorción de agua por la semilla quiescente y terminan con la elongación del eje embrionario. La señal visible de la finalización de la germinación es en general la emergencia de la radícula embrionaria a través de las cubiertas seminales, aunque en el ámbito de la producción es aceptado que la señal de la germinación suele tomarse como la visualización de la plántula viable emergiendo del suelo (Varela, 2010).

2.13 Latencia de las semillas

Según Varela (2010), el estado de dormición, latencia o letargo, es definido como la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases, que serían adecuadas para la germinación.

La latencia es un proceso dinámico, se establece durante la formación de la semilla y posee una importante función, que consiste en restringir la germinación en la planta madre antes de su dispersión en el campo. Es una adaptación que contribuye a la supervivencia del individuo, restringiendo la germinación cuando

los factores ambientales son desfavorables para el desarrollo de la plántula; por ello los tratamientos pre-germinativos son de gran relevancia para mejorar la producción de plantines a partir de un lote de semillas si éstas presentan algún tipo de dormición.

Las causas principales del letargo de las semillas son: embriones rudimentarios, embriones fisiológicamente inmaduros, cubiertas o tegumentos de semillas mecánicamente resistentes, cubiertas impermeables de semillas y presencia de inhibidores de la germinación (Weaver, 1987).

La latencia puede ser de varios tipos y en ocasiones la misma semilla puede presentar más de un tipo de latencia, así (Varela, 2010; Weaver, 1987):

a) Latencia por la cubierta de las semillas o exógena.

*Latencia física: El embrión está encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede mantener las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años y aún con temperaturas elevadas.

*Latencia mecánica: Las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación.

*Latencia química: Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación.

b) Latencia morfológica o endógena.

Es aquella en la que el embrión no se ha desarrollado por completo en la época de maduración.

*Embriones rudimentarios: Presentes en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un pre-embrión embebido en un endosperma al momento de la maduración del fruto. El endosperma también posee inhibidores químicos que se activan con altas temperaturas.

*Embriones no desarrollados: Semillas que en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados, con forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de las semillas.

c) Latencia interna.

En el control interno están implicados dos fenómenos separados: Control ejercido por la semi-permeabilidad de las cubiertas de las semillas y letargo superado por el embrión con exposición a enfriamiento en húmedo. Así:

*Fisiológica: La germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibidor.

*Interno intermedio: Inducida por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante.

*Del embrión: Caracterizada por un período de enfriamiento en húmedo y por la incapacidad del embrión separado de germinar con normalidad.

d) Latencia combinada morfofisiológica.

Consiste en la combinación del subdesarrollo del embrión con mecanismos fisiológicos inhibidores fuertes.

e) Latencia combinada exógena-endógena.

Consiste en las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia fisiológica endógena.

2.14 Tratamientos Métodos Pre-germinativos

Según Varela, se ha dedicado mucha investigación a idear métodos artificiales para eliminar la latencia (tratamientos pre-germinativos) y asegurar que las semillas germinen con rapidez y de manera uniforme. Mediante la aplicación de

protocolos pre-germinativos en vivero es posible disminuirla a un grado mínimo, promoviendo la germinación de la semilla; teniendo presente que los protocolos varían según la especie.

Tratamientos pre-germinativos son cualquier tratamiento mecánico, físico y/o químico que se aplica a una semilla o grupo de semillas, con el objetivo de hacerlas germinar más rápidamente y en mucha mayor cantidad (<http://www.elmundoforestal.com/terminologia/tratamientopregerminativo.html>)

Los tratamientos más globalizados según Varela son:

a) Estratificación

Tratamiento que se utiliza para romper la latencia fisiológica y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, comúnmente arena o turba o vermiculita, en frío o calor.

b) Escarificación

Es cualquier proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases y se subdivide en:

*Mecánica: Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas.

*Química: Consiste en remojar las semillas por períodos breves de 15 minutos a 2 horas, en compuestos químicos. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con el solvente químico con agitación regular para obtener resultados uniformes. Algunos de estos solventes son:

➤ **Ácido sulfúrico**

Es un compuesto químico muy corrosivo, incoloro cuya fórmula es H_2SO_4 , utilizado para la obtención de fertilizantes y en la industria petroquímica entre otras.

➤ **Acetona**

Compuesto químico del grupo de las cetonas encontrado naturalmente en el medio ambiente. A temperatura ambiente se presenta como un líquido incoloro de olor característico, se evapora fácilmente, es inflamable y es soluble en agua.

➤ **Tíñer**

Es una mezcla de disolventes de naturaleza orgánica derivados del petróleo, utilizado como diluyente de pinturas, aceites y grasas. El tíñer tiene como disolvente principal al tolueno, como co-solvente al benceno y como diluyente a una serie de disolventes.

➤ **Éter de petróleo**

También conocido como bencina, nafta de petróleo o ligroína; es una mezcla líquida de diversos compuestos volátiles, muy inflamables, de la serie homóloga de los hidrocarburos saturados; es empleado como disolvente no polar. El éter de petróleo se obtiene de las refinerías de petróleo como parte del destilado; tiene una densidad relativa comprendida entre 0,6 y 0,8 en función de su composición.

➤ **Peróxido de hidrógeno**

También conocido como agua oxigenada o dioxidano, es un compuesto químico fuertemente enlazado con el hidrógeno tal como el agua; conocido por ser un poderoso oxidante. A temperatura ambiente es un líquido incoloro con sabor amargo, pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno gaseoso se encuentran naturalmente en el aire.

c) Lixiviación

Las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta seminal.

➤ Inhibidores

Las plantas contienen muchas sustancias inhibidoras, que controlan al menos en parte procesos como la germinación de las semillas. Entre los inhibidores naturales del crecimiento tenemos las sustancias orgánicas aromáticas (Weaver, 1987).

Los inhibidores como su nombre lo indica, inhiben o retrasan el proceso fisiológico o bioquímico de los vegetales. De acuerdo con sus propiedades fisiológicas, algunos inhibidores endógenos se pueden catalogar como hormonas vegetales (Weaver, 1987).

Los inhibidores naturales conocidos son los ácidos: abcísico, gálico, benzoico, cumárico, cinámico, caféico, clorogénico, cumarina, escopletina, aesculina, juglona, naringenina (Weaver, 1987).

Estos compuestos son causa del reposo y actúan bloqueando algún proceso esencial para la germinación. Sin embargo, los inhibidores naturales de la germinación no reducen la viabilidad de la semilla, ni producen ningún tipo de anormalidades en el crecimiento de la planta una vez realizada la germinación (Weaver, 1987).

d) Combinación de tratamientos

Utilizada en semillas de especies que tienen más de un tipo de letargo.

e) **Hormonas y otros estimulantes químicos**

Existen sustancias que estimulan la germinación, las cuales se emplean en diferentes concentraciones y tiempos de exposición, dependiendo de la especie a tratarse.

➤ **Inductores**

El crecimiento y desarrollo de las plantas está regulado por sustancias químicas que en conjunto ejercen una completa interacción para cubrir las necesidades de la planta. Son reguladores vegetales, hormonas, fito-hormonas; que son compuestos orgánicos distintos de los nutrientes y que en pequeñas cantidades estimulan, inducen o modifican cualquier proceso fisiológico en las plantas (Devlin, 1980).

Se conoce cinco grupos de hormonas vegetales: auxinas, citoquininas, giberelinas, etileno y ácido abscísico (Rojas, 1972).

- Auxinas, se relacionan con la elongación, tropismo, dominancia apical, abscisión, enraizamiento y otros. Las auxinas más utilizadas son: IBA (Ácido Indol-3-butírico), ANA (Ácido Naftaleno Acético).
- Citoquininas, se usan estos compuestos para la proliferación de tallos axilares por la ruptura de la dominancia apical. Las citoquininas más usadas son: BAP (Bencilamino purina), quinetina, 2-IP (Isopentenil-adenina).
- Giberelinas, tienen una función crítica en el desarrollo de las plantas ya que según su presencia en el momento adecuado puede estimular procesos fisiológicos específicos para tener un cierto crecimiento metabólico. Existen varios tipos de giberelinas, siendo las más comunes: GA1, GA3, GA7 y GA9. Las funciones que llevan a cabo en la planta son: incrementan el crecimiento en los tallos; interrumpen el período de

latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizan las reservas en azúcares; inducen la brotación de yemas.

Inductores utilizados en esta investigación

➤ Ácido Giberélico 3 (GA3)

Es una simple giberelina que promueve el crecimiento y la elongación celular. Afecta la descomposición vegetal y ayuda a su crecimiento si está en bajas proporciones, aunque eventualmente la planta desarrolle tolerancia al compuesto. Este ácido estimula a las células de las semillas germinantes a producir moléculas de ARN mensajero (ARNm) que codifican las enzimas hidrolíticas. El ácido giberélico es una hormona muy potente cuya presencia natural en plantas controla su desarrollo.

Sabiéndose de su poder regulatorio, las aplicaciones de muy bajas concentraciones pueden resultar en profundos efectos, mientras que muy altas pueden dar el efecto opuesto. Se lo usa generalmente en concentraciones de 0,01 a 10 mg/L (http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_giber%C3%A9lico).

➤ Ácido Naftaleno Acético (ANA)

Es una de las auxinas sintéticas la misma que funciona como regulador del crecimiento vegetal. Esta hormona favorece el enraizamiento debido a su acción estimuladora que hace posible la aparición de nuevas raíces. La aplicación de auxinas en plantas, induce a la síntesis de auxinas naturales en el tejido aplicado; pero vale mencionar que también pueden inducir la síntesis de otras hormonas. La aplicación de auxinas en dosis elevadas puede estimular la síntesis de etileno causando efectos negativos en el crecimiento, hasta la muerte del tejido (Wikipedia, 2010).

Los efectos de giberelinas y auxinas, parecen ser complementarios, requiriéndose ambas hormonas para la estimulación total del alargamiento.

ANA actúa en el desarrollo de la elongación de ramas, provocan la división celular, activan el desarrollo de las yemas, favorece la floración, retrasa la caída de hojas y frutos, tiene una dominancia apical.

2.15 Flotación

Si bien no constituye un tratamiento pre-germinativo, hace posible la separación de las semillas vanas de las llenas y es aconsejable como primer paso en los estudios de germinación.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio (laboratorio químico y vivero) se realizó en un predio perteneciente a los investigadores, en la Parroquia San Francisco de Natabuela, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura, Ecuador.

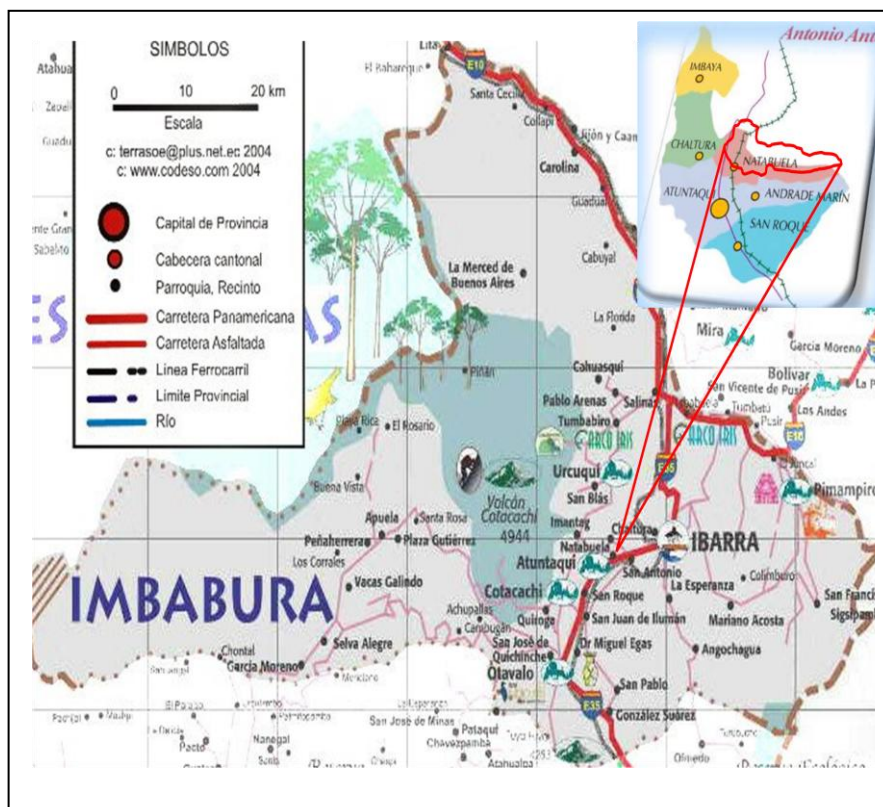


Figura 10. Ubicación del sitio de estudio, Parroquia San Francisco de Natabuela, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura, Ecuador.

➤ **Ubicación Política**

Provincia: Imbabura
Cantón: Antonio Ante
Parroquia: San Francisco de Natabuela
Sector: Panamericana Norte

➤ **Ubicación Geográfica**

Altitud : 2.350 msnm
Latitud: 0° 20` 8,86” N
Longitud: 78° 11` 38,54” O

➤ **Datos Climáticos**

Temperatura media anual: 15 °C
Temperatura mínima: 8 °C
Temperatura máxima: 16 °C
Precipitación media anual: 635 mm

➤ **Características Edáficas**

Textura: Franco arenosa
Topografía: Plana
pH: 6,0 (débilmente ácido)

➤ **Clasificación Ecológica**

bosque seco Montano Bajo (bs-MB) según Holdridge, que a su vez corresponde a la clasificación Bioclimática sub-húmedo Templado (s-h Tem.) (Cañadas, 1983).

3.2 MATERIALES

Los materiales, equipos, herramientas, reactivos químicos y software utilizados en la investigación fueron:

3.2.1 Herramientas

- Carretilla
- Azadón
- Rastrillo
- Pala
- Barra
- Martillo
- Grapadora
- Zaranda
- Sierra

3.2.2 Materiales para construcción de invernadero

- Caña guadúa
- Alambre para amarrar
- Cinta adhesiva para invernadero
- Tiras de madera
- Plástico de polietileno calibre 8
- Clavos de 1 y 4 pulgadas
- Grapas
- Sarán
- Cordeles

3.2.3 Reactivos químicos

- Agua destilada

- Acetona
- Tíñer
- Peróxido de Hidrógeno
- Éter de Petróleo
- Ácido Giberélico 3
- Ácido Naftaleno Acético
- Vitavax 300 (fungicida)
- Ácido Sulfúrico
- Hipoclorito de Sodio
- Alcohol Etilico
- Ranger 480 (herbicida)

3.2.4 Materiales y equipos de laboratorio y vivero

- Beakers
- Tubos de ensayo
- Mascarilla de protección
- Guantes de látex
- Jeringuillas 5 ml 21g1
- Cilindro graduado
- Tubos cónicos
- Embudo
- Papel universal indicador de pH
- Fundas de polietileno de 4 x 5 pulgadas con capacidad de 227 gramos
- Bomba de mochila
- Placas de identificación
- Refrigerador 4°C

3.2.5 Instrumentos

- Altímetro
- Flexómetro

- Termómetro
- Balanza Analítica
- Cronómetro
- Nivel

3.2.6 Material de campo

a) Material vegetativo

- Semillas de laurel de cera

b) Material para sustrato

- Tierra negra
- Tierra de vivero
- Arena de río
- Pomina

3.2.7 Materiales y equipos de oficina

- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica digital
- Materiales de escritorio
- Calculadora
- Flash memory

3.2.8 Software

- Microsoft Vista (Excel, Word, Power Point)
- Adobe Reader
- Adobe Photoshop 6.0

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Metodología

3.3.2 Tratamientos silviculturales en vivero

3.3.2.1 Obtención de la semilla

Las semillas fueron obtenidas en el Sector de Chirihuasi (2.955 msnm), Parroquia La Esperanza, Cantón Ibarra. Se recolectaron aproximadamente 3.000 semillas del único árbol existente en la zona, el cual presentaba características sanas y vigorosas y se encontraba en su máximo grado de fructificación y maduración (Figura 11).

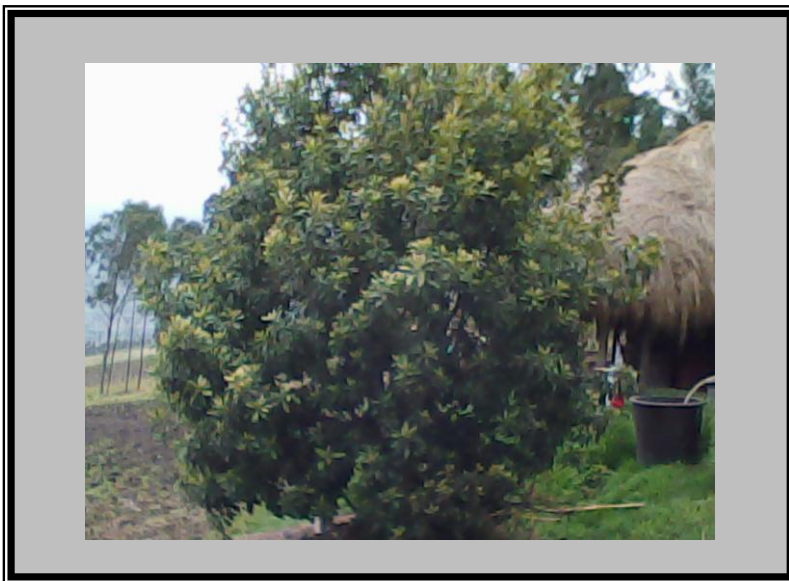


Figura 11. Árbol de laurel de cera del cual se cosecharon las semillas.

3.3.2.2 Construcción del invernadero

El invernadero fue trazado por medición y alineación planimétricas. Las dimensiones fueron: 5,90 m de longitud, por 4,90 m de ancho y cubierta de 2,18 m de altura (1,43 m en extremos). Su estructura fue hecha con caña guadúa,

recubierta con plástico de polietileno y serán, para mejorar la intensidad de la luz solar y la aireación.

3.3.2.3 Preparación y desinfección de las platabandas

Se construyeron tres platabandas de 1,20 m de ancho por 5,50 m de longitud, con una separación de 0,50 m entre ellas. Los bordillos fueron delineados con ladrillos y utilizando la misma tierra del terreno. El propósito de las mismas fue albergar las fundas con los distintos tratamientos. Se utilizó el herbicida Ranger 480, no selectivo, de aplicación post-emergente y acción sistémica, el cual fue diluído de acuerdo a las indicaciones prescritas, para eliminar malezas.

3.3.2.4 Preparación y esterilización del sustrato

Las proporciones de los componentes del sustrato fueron:

- Tierra de monte 30%
- Tierra de vivero 30%
- Arena de río 30%
- Pomina 10%

La tamización de los mismos fue necesaria para la remoción de materiales gruesos y otros contaminantes. Se mezcló hasta obtener un sustrato completamente uniforme, el cual fue esterilizado con agua en estado de ebullición.

3.3.2.5 Enfunde del sustrato

El sustrato esterilizado y homogenizado fue colocado en fundas negras de polietileno de 4 x 5 pulgadas con capacidad de 227 gramos, las cuales fueron trasladadas a las platabandas.

3.3.3 Tratamientos adicionales

Cada uno de los tratamientos necesitó actividades complementarias para la mejor aplicación de los pre-germinadores:

3.3.3.1 Escarificación mecánica

La abrasión de las semillas se la hizo sobre una superficie rugosa, obteniendo semillas limpias y con mínima cantidad de cera superficial.

3.3.3.2 Tratamiento contra el ataque de patógenos

Previamente a la siembra, todas las semillas fueron sumergidas en hipoclorito de sodio al 3,5% por 10 minutos, luego en alcohol etílico al 70% por 60 segundos, con enjuagues alternos de agua destilada. Finalmente, se aplicó Vitavax 300 en polvo.

3.3.3.3 Inducción a la germinación

Se prepararon tres dosis de concentración de ácido giberélico, ácido naftaleno acético y mezcla (Cuadros 1, 2, 3). Las diluciones fueron hechas con agua destilada para obtener soluciones homogéneas.

Cuadro 1. Volúmenes mezclados de ácido giberélico y agua destilada para obtener las concentraciones indicadas.

Dosis	Ácido Giberélico 2000 mg/L	Agua Destilada	Concentración (ppm)
D1	0,63 ml	499,37 ml	2,5
D2	1,25 ml	498,75 ml	5,0
D3	2,50 ml	497,50 ml	10,0

Cuadro 2. Volúmenes mezclados de ácido naftaleno acético y agua destilada para obtener las concentraciones indicadas.

Dosis	Ácido Naftaleno Acético 0,02%	Agua Destilada	Concentración (ppm)
D1	6,25 ml	493,75 ml	2,5
D2	12,5 ml	487,50 ml	5,0
D3	25,0 ml	475,00 ml	10,0

Cuadro 3. Volúmenes mezclados de ácido giberélico y ácido naftaleno acético y agua destilada para obtener las concentraciones indicadas.

Dosis	Ácido Giberélico 2000 mg/L	Agua Destilada	Ácido Naftaleno Acético 0,02%	Agua Destilada	Mezcla 1:1	Concentración (ppm)
D1	1,25 ml	498,75 ml	2,5 ml	97,5 ml	2ml + 2ml	2,5
D2	2,5 ml	497,5 ml	5,0 ml	95,0 ml	2ml + 2ml	5,0
D3	5,0 ml	495,0 ml	10,0 ml	90,0 ml	2ml + 2ml	10,0

3.3.4 Descripción de los métodos pre-germinativos utilizados

3.3.4.1 Eliminación de cera con solventes orgánicos

Para este método se utilizó un diseño irrestricto al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones, para un total de 15 unidades experimentales. Los tratamientos fueron:

T1 = testigo

T2 = acetona

T3 = tñer

T4 = peróxido de hidrógeno

T5 = éter de petróleo

Las unidades experimentales estuvieron representadas por recipientes de vidrio (tubos de ensayo) con el respectivo solvente orgánico y por fundas de polietileno a nivel de invernadero.

En cada unidad experimental se utilizaron 20 semillas dando un total de 300.

Las semillas fueron puestas en los tubos de ensayo con el respectivo solvente, durante 30 minutos con agitación manual constante. A continuación fueron enjuagadas con agua destilada, tres veces con duración de 5 minutos cada una y tratadas contra patógenos, como se indica en la sección anterior, para luego ser sembradas en fundas de polietileno.

Cuadro 4. Codificación de los tratamientos del método uno

Tratamientos	Solvente Orgánico	Código
T1	Sin Sol. Org.	Testigo
T2	Con Sol. Org.	Acetona
T3	Con Sol. Org.	Tíñer
T4	Con Sol. Org.	Peróxido de Hidrógeno
T5	Con Sol. Org.	Éter de Petróleo

3.3.4.2 Eliminación de posibles inhibidores de germinación

Se utilizó un diseño irrestricto al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales. Los tratamientos fueron:

T1 = testigo

T2 = cambio diario de agua de grifo durante 4 días

T3 = cambio diario de agua de grifo durante 8 días

T4 = cambio diario de agua de grifo durante 16 días

Las unidades experimentales estuvieron representadas a nivel de laboratorio por recipientes de vidrio (tubos de ensayo) debidamente rotulados y a nivel de invernadero por fundas de polietileno.

En cada unidad experimental se utilizaron 20 semillas para un total de 240.

El tratamiento consistió en la escarificación mecánica de la cera, seguido del choque térmico de 100°C a 4°C por 10 minutos. Las semillas se sometieron a cambios diarios de agua de grifo a diferentes intervalos de tiempo (T2 por 4 días, T3 por 8 días y T4 por 16 días) antes de ser tratadas contra patógenos y luego sembradas.

Cuadro 5. Codificación de los tratamientos del método dos

Tratamientos	Cambio diario de agua (CA) y choque térmico (ChT)	Código
T1	Sin ChT ; Sin CA	Testigo
T2	Con ChT; Con CA	4 días
T3	Con ChT; Con CA	8 días
T4	Con ChT; Con CA	16 días

3.3.4.3 Inductores de germinación

Para este método pre-germinativo se utilizó un diseño irrestricto al azar, con arreglo trifactorial combinatorio de 3x3x4, con tres repeticiones, para un total de 108 unidades experimentales. Los tratamientos fueron:

➤ Factor A: Inductores de germinación

Ácido Giberélico

Ácido Naftaleno Acético

Ácido Giberélico + Ácido Naftaleno Acético en una proporción de 1:1

- Factor B: Concentraciones
2,5 ppm; 5,0 ppm; 10,0 ppm

- Factor C: Tiempo
0 horas, 5 horas, 10 horas, 15 horas

A nivel de laboratorio, las unidades experimentales estuvieron representadas por recipientes de vidrio (tubos de ensayo) rotulados y a nivel de invernadero, por fundas de polietileno.

En cada unidad experimental se utilizaron 20 semillas, para un total de 2.160.

El tratamiento consistió en la escarificación mecánica de la cera, seguido por la incubación en ácido sulfúrico por 10 minutos y enjuagues tres veces con agua destilada, con duración de 5 minutos cada uno. Las semillas fueron sumergidas en 4 ml de ácido giberélico, de ácido naftaleno acético y de una mezcla de los dos anteriores; luego se dejaron reposar por 5, 10 y 15 horas; finalmente fueron enjuagadas con agua destilada por 5 minutos antes de ser tratadas contra patógenos, para luego sembrarlas.

Cuadro 6. Codificación de los tratamientos con ácido giberélico.

Tratamientos	Concentración (ppm)	Tiempo de incubación (horas)	Código
T1	0	0	Testigo
T2	2,5	5	Ácido Giberélico 2,5 ppm 5h
T3	2,5	10	Ácido Giberélico 2,5 ppm 10h
T4	2,5	15	Ácido Giberélico 2,5 ppm 15h
T1	0	0	Testigo
T5	5,0	5	Ácido Giberélico 5 ppm 5h
T6	5,0	10	Ácido Giberélico 5 ppm 10h
T7	5,0	15	Ácido Giberélico 5 ppm 15h
T1	0	0	Testigo
T8	10,0	5	Ácido Giberélico 10 ppm 5h
T9	10,0	10	Ácido Giberélico 10 ppm 10h
T10	10,0	15	Ácido Giberélico 10 ppm 15h

Cuadro 7. Codificación de los tratamientos con ácido naftaleno acético.

Tratamientos	Concentración (ppm)	Tiempo de incubación (horas)	Código
T1	0	0	Testigo
T2	2,5	5	ANA 2,5 ppm 5h
T3	2,5	10	ANA 2,5 ppm 10h
T4	2,5	15	ANA 2,5 ppm 15h
T1	0	0	Testigo
T5	5,0	5	ANA 5 ppm 5h
T6	5,0	10	ANA 5 ppm 10h
T7	5,0	15	ANA 5 ppm 15h
T1	0	0	Testigo
T8	10,0	5	ANA 10 ppm 5h
T9	10,0	10	ANA 10ppm 10h
T10	10,0	15	ANA 10ppm 15h

Cuadro 8. Codificación de los tratamientos con ácido giberélico + ácido naftaleno acético.

Tratamientos	Concentración (ppm)	Tiempo de incubación (horas)	Código
T1	0	0	Testigo
T2	2,5	5	Ácido Giberélico & ANA 2,5ppm 5h
T3	2,5	10	Ácido Giberélico & ANA 2,5 ppm 10h
T4	2,5	15	Ácido Giberélico & ANA 2,5 ppm 15h
T1	0	0	Testigo
T5	5,0	5	Ácido Giberélico & ANA 5 ppm 5h
T6	5,0	10	Ácido Giberélico & ANA 5 ppm 10h
T7	5,0	15	Ácido Giberélico & ANA 5 ppm 15h
T1	0	0	Testigo
T8	10,0	5	Ácido Giberélico & ANA 10 ppm 5h
T9	10,0	10	Ácido Giberélico & ANA 10 ppm 10h
T10	10,0	15	Ácido Giberélico & ANA 10 ppm 15h

3.3.5 Labores culturales

3.3.5.1 Codificación

En las respectivas platabandas se colocaron placas de identificación (de madera) con el nombre del tratamiento y sus concentraciones, de acuerdo al diseño experimental planteado (Figura 12).



Figura 12. Identificación de madera.

3.3.5.2 Riego

El riego se lo realizó inmediatamente después de sembradas las semillas y en adelante una vez por día, en horas de la mañana (7H00). Se utilizó una bomba de mochila con un aspersor nebulizador.

3.3.5.3 Deshierbe

La limpieza de malezas se efectuó cada 10 días o cuando ameritaba la situación.

3.3.5.4 Toma de datos

Se ejecutó cada 5 días, a partir del apareamiento del cotiledón, por el tiempo que duró la investigación; considerando dentro de ello las variables a evaluar.

3.3.6 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico, se usó la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación} \quad X_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Observación en particular

μ = Media general

T_i = Efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} = Error experimental

Cuadro 9. Análisis estadístico aplicado al método, eliminación de la cera con solventes orgánicos.

F de V	GL	
Tratamientos	$(t - 1)$	$(5 - 1) = 4$
Error	$t (n-1)$	$5 (3 - 1) = 10$
TOTAL	$(t n) - 1$	$(5 \times 3) - 1 = 14$

Cuadro 10. Análisis estadístico aplicado al método eliminación de posibles inhibidores de germinación.

F de V	GL	
Tratamientos	$(t - 1)$	$(4 - 1) = 3$
Error	$t (n-1)$	$4(3 - 1) = 8$
TOTAL	$(t n) - 1$	$(4 \times 3) - 1 = 11$

Cuadro 11. Análisis estadístico aplicado al método inductores de germinación.

F de V	GL	
Tratamientos	$(t - 1)$	$(36 - 1) = 35$
Error	$t (n-1)$	$36 (3 - 1) = 72$
TOTAL	$(t n) - 1$	$(36 \times 3) - 1 = 107$

3.3.7 Prueba de significancia

Se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan al 95%, con el fin de comparar el comportamiento de la especie, con la aplicación de los pre-germinativos.

3.3.8 Tamaño de la población

Unidad experimental = 20 semillas

Número de unidades experimentales = $5 \times 3 = 15$ (Método PG #1)

= $4 \times 3 = 12$ (Método PG #2)

= $3 \times 3 \times 4 \times 3 = 108$ (Método PG #3)

Número de semillas = 2.700

3.3.9 Variables estudiadas

Variables dependientes:

- Viabilidad
- Energía germinativa
- Germinación

Variables independientes:

- Eliminación de cera
- Eliminación de posibles inhibidores
- Inductores de germinación

VARIABLES INTERVINIENTES:

- Condiciones de laboratorio
- Condiciones de invernadero

3.3.10 Manejo específico de las variables

3.3.10.1 Viabilidad

Mediante pruebas específicas (flotación) se realizó el análisis de viabilidad de las semillas.

$$\text{N}^\circ \text{ de semillas viables} = \text{N}^\circ \text{ total de semillas} - \text{N}^\circ \text{ de semillas flotantes}$$

3.3.10.2 Energía germinativa

La energía germinativa se estudió en base al mayor número de semillas germinadas en cinco días, expresadas en porcentaje.

3.3.10.3 Germinación

El porcentaje de germinación se determinó sumando todas las semillas germinadas y comparando con el número de semillas sembradas, dentro de cada uno de los tratamientos aplicados.

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de semillas sembradas}} * 100$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Pre-Tratamientos

4.1.1 Eliminación mecánica de la capa superficial de cera

Se realizó mediante la abrasión de las semillas sobre una superficie rugosa, concluyendo que la cera constituye un 40% del peso total (Figura 13)



Figura 13. Semillas con cera (izquierda), semillas sin cera (centro), cera (derecha).

4.1.2 Viabilidad de las semillas previo a la aplicación de tratamientos

Esta variable calculada a través de flotación, arrojó los valores representados en la Figura 14.

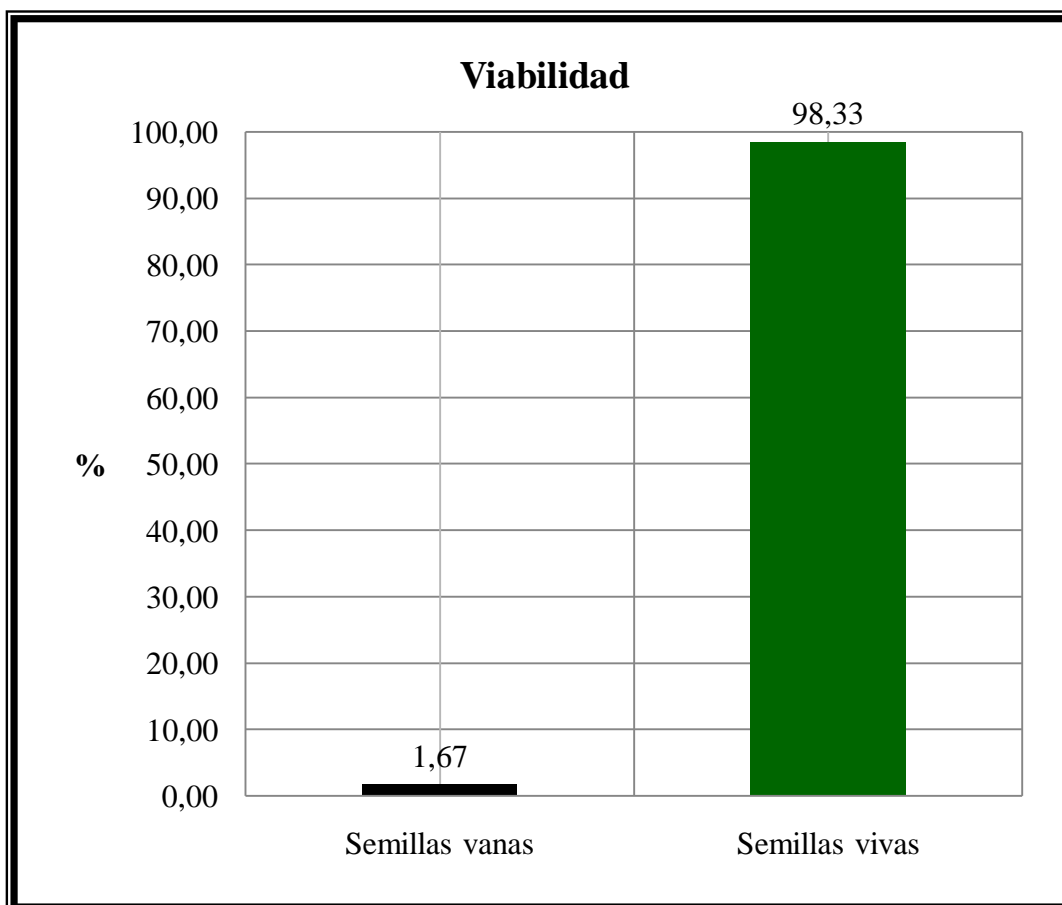


Figura 14. Porcentaje de viabilidad de las semillas utilizadas.

4.2 Método Primero: Eliminación de la cera con solventes orgánicos

La exposición de las semillas a los distintos solventes orgánicos produjo un cambio físico (Figura 15, Cuadro 12):

4.2.1 Cambios colorimétricos

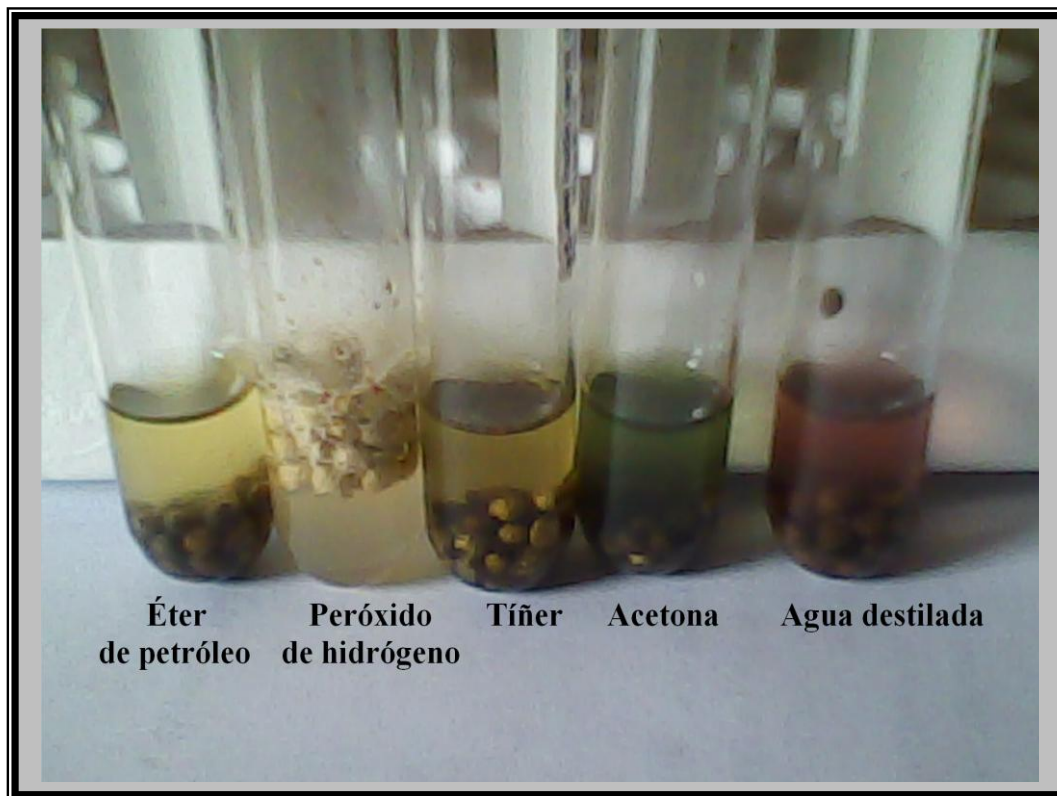


Figura 15. Cambio de color según el solvente usado al sumergir las semillas de laurel de cera.

Cuadro 12. Cambios físicos observados en los solventes orgánicos y en las semillas.

Solventes orgánicos	Cambio de color	Cambio en resistencia de la cubierta seminal (solventes org.)	Cambio en la resistencia de la cubierta seminal (patógenos)
Agua destilada (testigo)	incoloro → morado	Dura	dura
Acetona	incoloro → verde	medianamente suave	medianamente suave
Tíñer	incoloro → café oscuro	Suave	suave
Peróxido de hidrógeno	transparente → turbulento	Dura	muy suave
Éter de petróleo	incoloro → café claro	Dura	suave

Solamente, en el caso del peróxido de hidrógeno hubo liberación de calor, las semillas se tornaron blancas y subieron a la superficie (Figura 15, Cuadro 12).

La coloración del líquido en los distintos tratamientos se conservó durante el primer enjuague después de ser incubadas en los respectivos solventes y luego retornaron a ser incoloros en subsecuentes enjuagues.

En relación a la elasticidad de la cubierta seminal después de ser tratadas con hipoclorito de sodio; éstas recobraron su resistencia, después del primer enjuague.

4.2.2 Energía germinativa

En la Figura 16 se observa que la energía germinativa alcanzó un valor máximo (40%) en el tratamiento con éter de petróleo y un mínimo en los tratamientos con acetona y tñer.

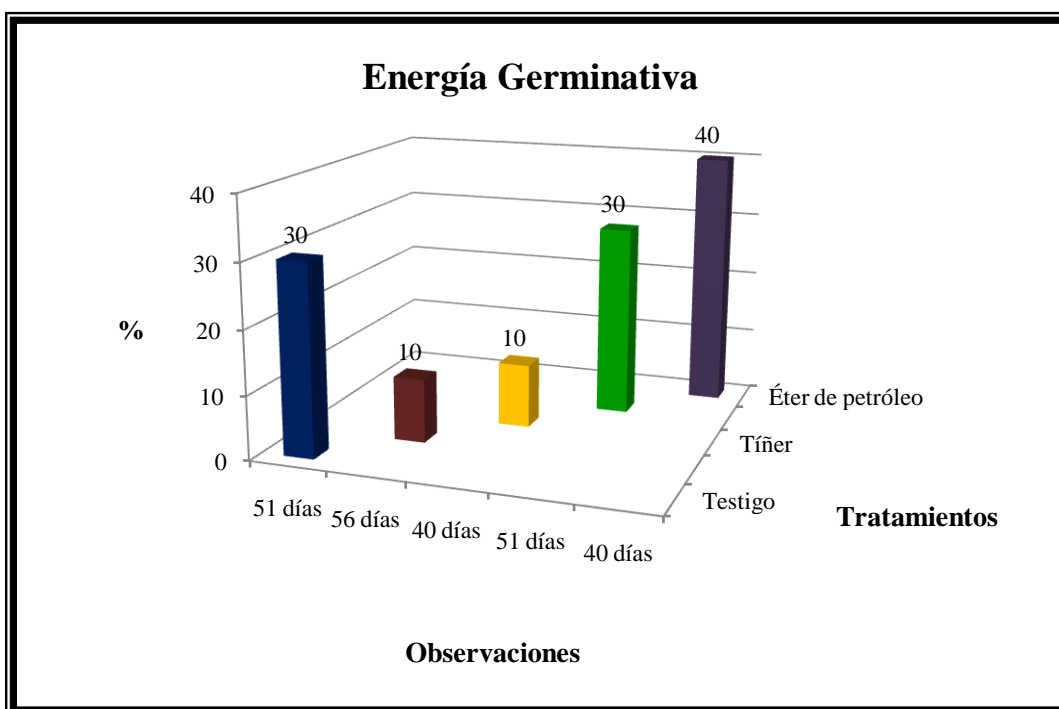


Figura 16. Ilustración de la energía germinativa, calculada para los tratamientos del método: Eliminación de cera con solventes orgánicos.

4.2.3 Germinación

Los tratamientos que obtuvieron los mayores porcentajes de germinación a los 56 días fueron el testigo y peróxido de hidrógeno con el 23,33% y 21,67% respectivamente (Figura 17).

Cabe mencionar que el éter de petróleo fue el que mayor porcentaje presentó a los 40 días (13,33%), pero al alcanzar el 15% se estabilizó.

Por el contrario los tratamientos con acetona (6,67%) y tñer (3,33%) desde la primera observación obtuvieron porcentajes bajos.

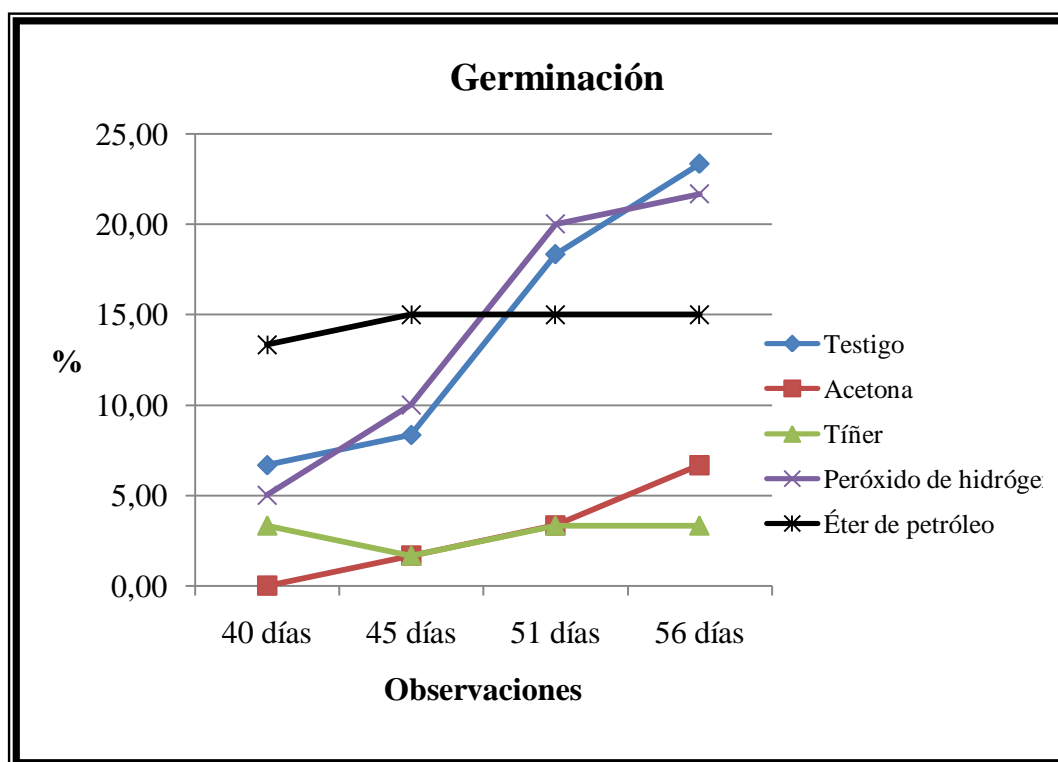


Figura 17. Comparación de la germinación entre los distintos tratamientos del método: Eliminación de cera con solventes orgánicos.

4.2.4 Análisis estadístico para la germinación.

El análisis de varianza para todos los tratamientos durante el período de investigación ofreció valores de F calculado no significativos al 95% de probabilidad estadística (Anexo 10.4). Por este motivo no se efectuaron la prueba de medias de Duncan.

4.3 Método Segundo: Eliminación de posibles inhibidores de germinación

4.3.1 Energía germinativa

Los resultados de los tratamientos testigo y cambio diario de agua por cuatro días, presentaron una germinación de 20% y 5% respectivamente; mientras que en los tratamientos con cambio diario de agua por ocho y 16 días no se observó germinación alguna.

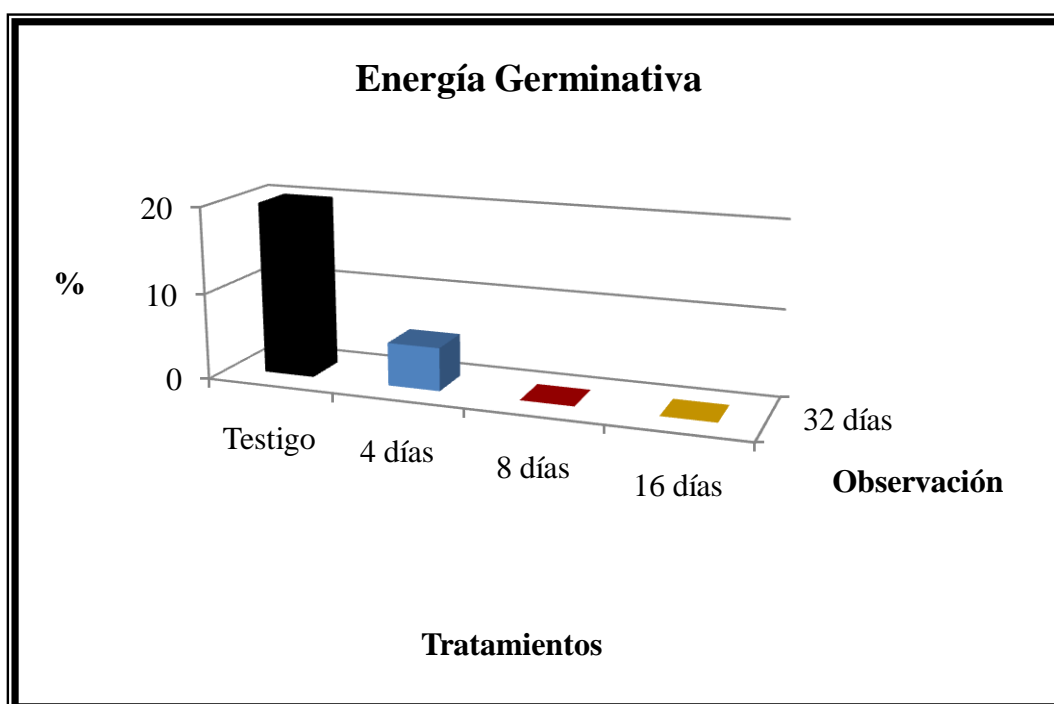


Figura 18. Ilustración de la energía germinativa, para los tratamientos con cambio diario de agua, 4, 8 y 16 días.

4.3.2 Análisis estadístico para la germinación.

Debido a la ausencia de emergencia en los tratamientos con excepción del testigo, los valores de F calculado al 95% de probabilidad estadística no fueron significativos, motivo por el cual no se efectuaron las respectivas pruebas de Duncan.

4.4 Método Tercero: Inductores de germinación

4.4.1 Ácido giberélico

4.4.1.1 Energía germinativa aplicando ácido giberélico

Los resultados para los tratamientos aplicando ácido giberélico a una concentración de 2,5 ppm variaron entre cero y 25%, como se evidencia en la Figura 19.

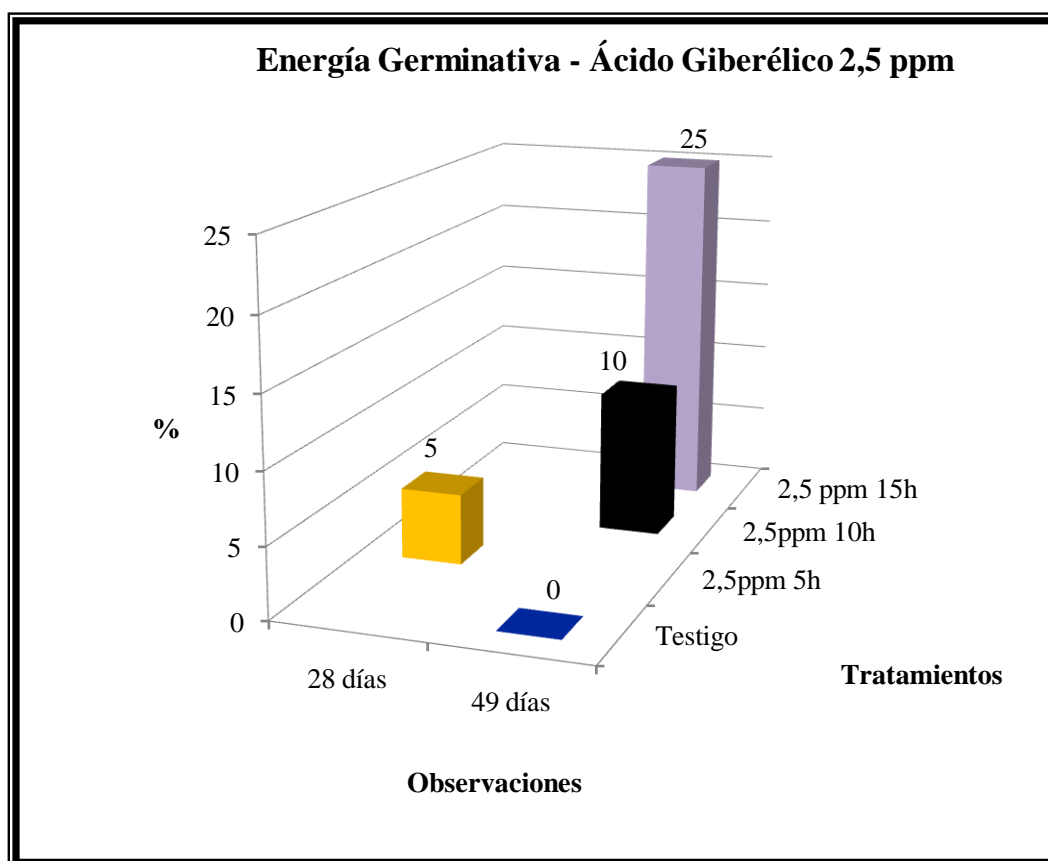


Figura 19. Porcentaje de energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico a 2,5 ppm.

En cuanto a los tratamientos a la concentración de 5 ppm, los sub-tratamientos que presentaron energía germinativa fueron el de cinco y 15 horas de incubación (Figura 20).

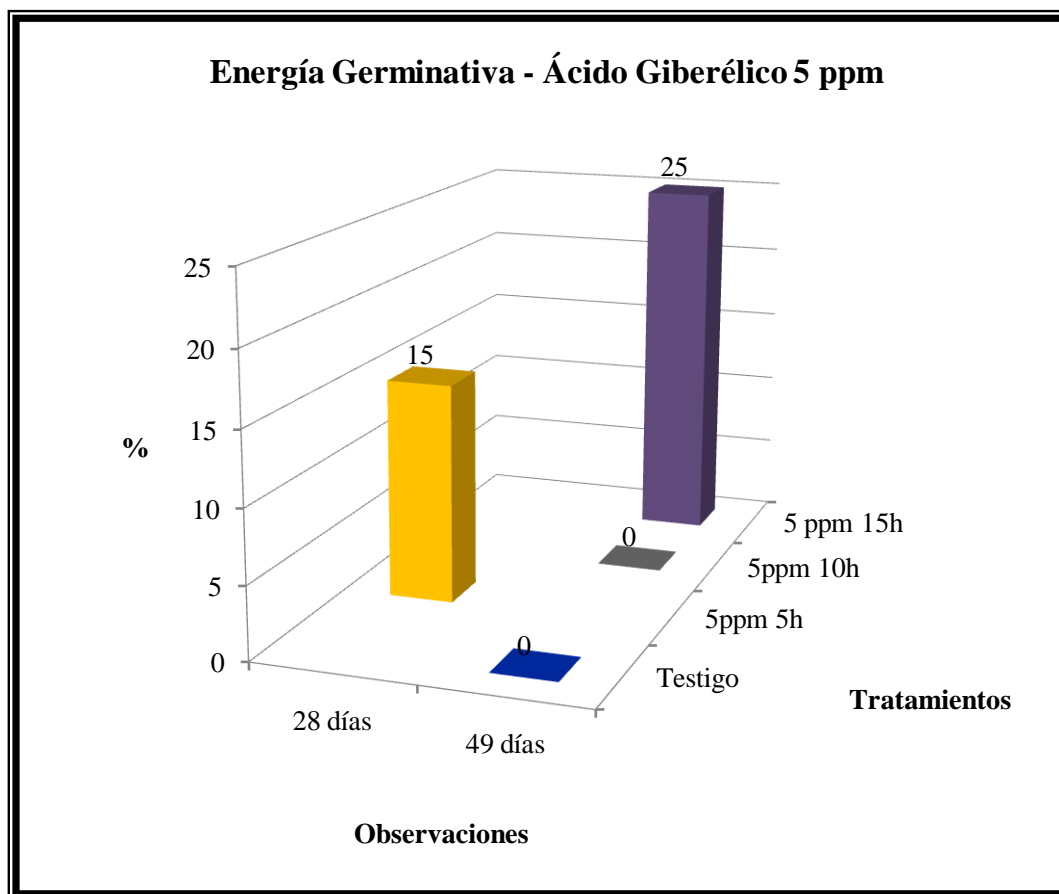


Figura 20. Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico a 5 ppm.

Dentro de los tratamientos a la más alta concentración de ácido giberélico utilizada, sobresalieron los sub-tratamientos cinco y 15 horas como se indica en el Figura 21.

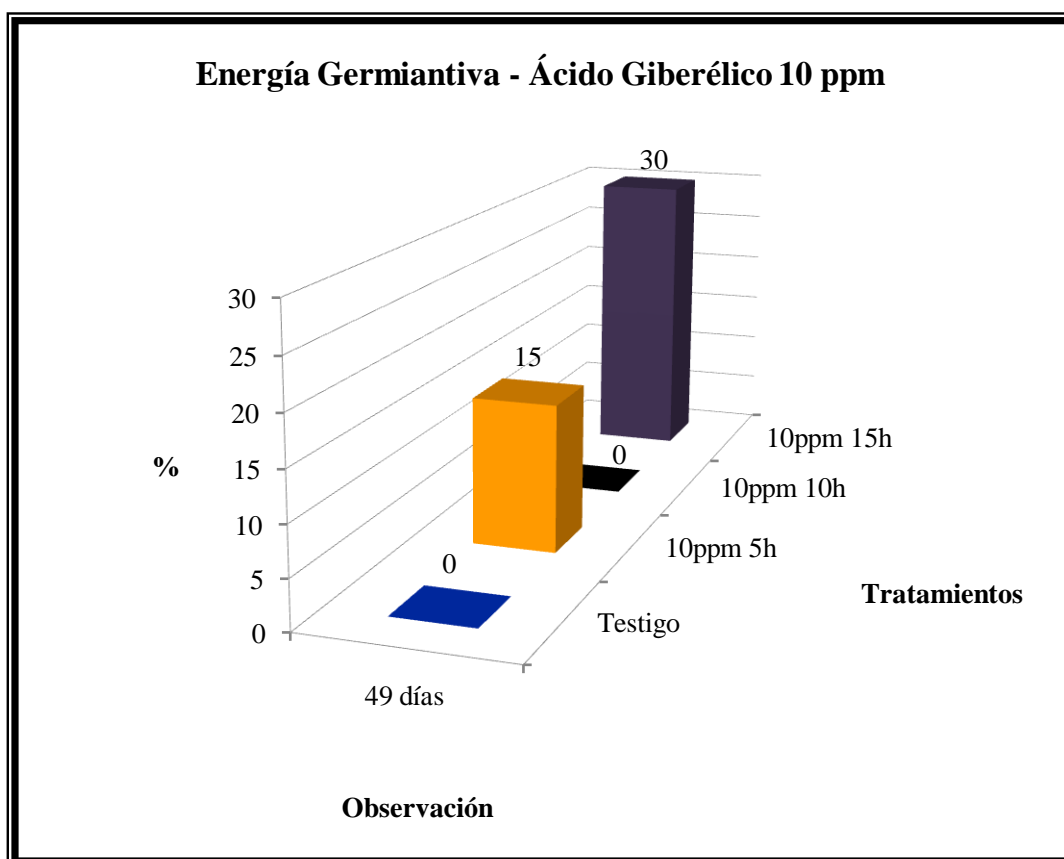


Figura 21. Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico a 10 ppm.

4.4.1.2 Germinación aplicando ácido giberélico

Los resultados se indican en el Cuadro 13, observándose que los valores máximos alcanzados fueron reportados en la última evaluación (49 días).

Cuadro 13. Germinación aplicando AG.

N° DIAS EVALUACION	2.5 ppm AG				5 ppm AG				10 ppm AG			
	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas
28	0%	1,7%	0%	0%	0%	5,0%	0%	0%	0%	1,7%	0%	1,7%
34	0%	3,3%	0%	0%	0%	8,3%	0%	1,7%	0%	3,3%	0%	3,3%
39	0%	5,0%	1,7%	1,7%	0%	8,3%	0%	3,3%	0%	3,3%	0%	5,0%
44	0%	6,7%	1,7%	3,3%	0%	6,7%	0%	3,3%	0%	1,7%	0%	5,0%
49	0%	8,3%	5,0%	11,7%	0%	10,0%	0%	11,7%	0%	6,7%	0%	15,0%

4.4.1.3 Análisis estadístico de la germinación con ácido giberélico

Los resultados del análisis de varianza se detallan en el Cuadro 14, el mismo que indica un valor para F de 13,63, el cual comparado con sus tabulares es altamente significativo; reportado en la quinta observación.

Cuadro 14. Análisis de varianza de la quinta observación con ácido giberélico.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	1040,97	94,63	13,63	3,41	4,57	**
Error	24	166,67	6,94				
TOTAL	35	1207,64	34,50				

Para dar confiabilidad a los resultados obtenidos en el ADEVA para la variable germinación, se aplicó la prueba de Duncan (Cuadro 15).

Cuadro 15. Prueba de medias de Duncan para la germinación a los 49 días aplicando ácido giberélico.

Tratamientos	Descripción	% Promedio	RANGO				
T1*	Testigo	0,00	A				
T5*	Testigo	0,00	A				
T7	5ppm-10h	0,00	A				
T9*	Testigo	0,00	A				
T11	10ppm-10h	0,00	A				
T3	2,5ppm-10h	5,00	A	B			
T10	10ppm-5h	6,67		B	C		
T2	2,5ppm-5h	8,33		B	C	D	
T6	5ppm-5h	10,00			C	D	
T4	2,5ppm-15h	11,67				D	E
T8	5ppm-15h	11,67				D	E
T12	10ppm-15h	15,00					E

Según el análisis, los tratamientos T4 (2,5 ppm 15 horas), T8 (5 ppm 15 horas) y T12 (10 ppm 15 horas) presentaron los mayores porcentajes; en cambio, los tratamientos del primer grupo, a excepción del tratamiento T3 (2,5ppm 10h) (con el 5% de germinación), no presentaron emergencia alguna.

4.4.2 Ácido naftaleno acético

4.4.2.1 Energía germinativa aplicando ácido naftaleno acético

Los tratamientos con ácido naftaleno acético a la concentración de 2,5 ppm tuvieron una diferencia del cinco por ciento entre sí, observada en la Figura 22.

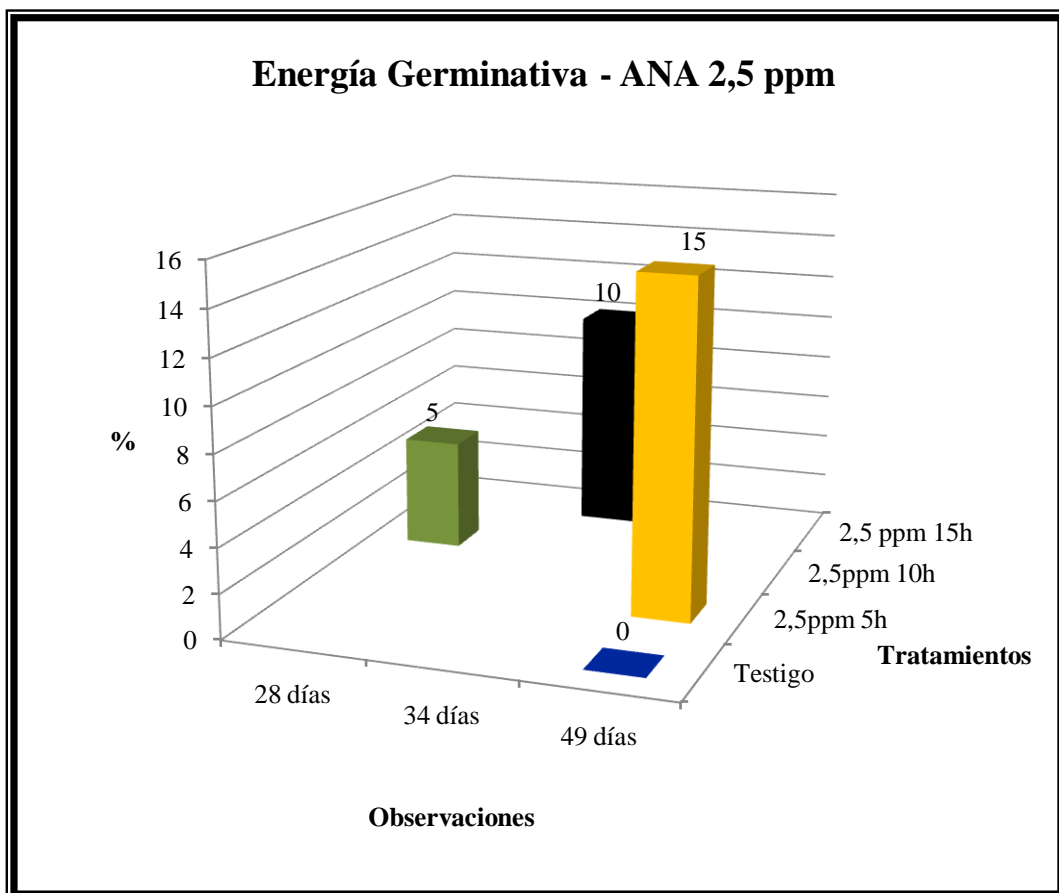


Figura 22. Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido naftaleno acético a 2,5 ppm.

Sucesivamente, los resultados para los tratamientos a la concentración de 5 ppm fueron de 5% y 15% , indicados en la Figura 23.

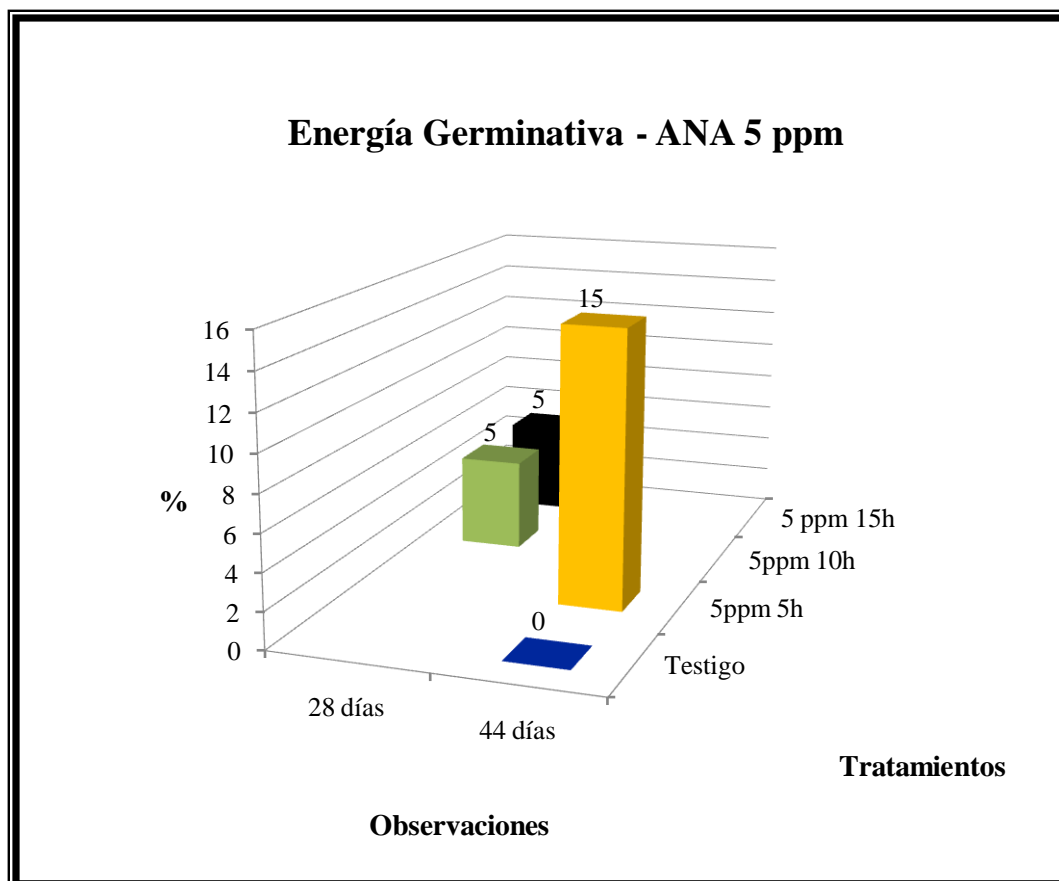


Figura 23. Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido naftaleno acético a 5 ppm.

En cuanto a los tratamientos a la concentración de 10 ppm, el porcentaje fue de cinco en todos los casos (Figura 24).

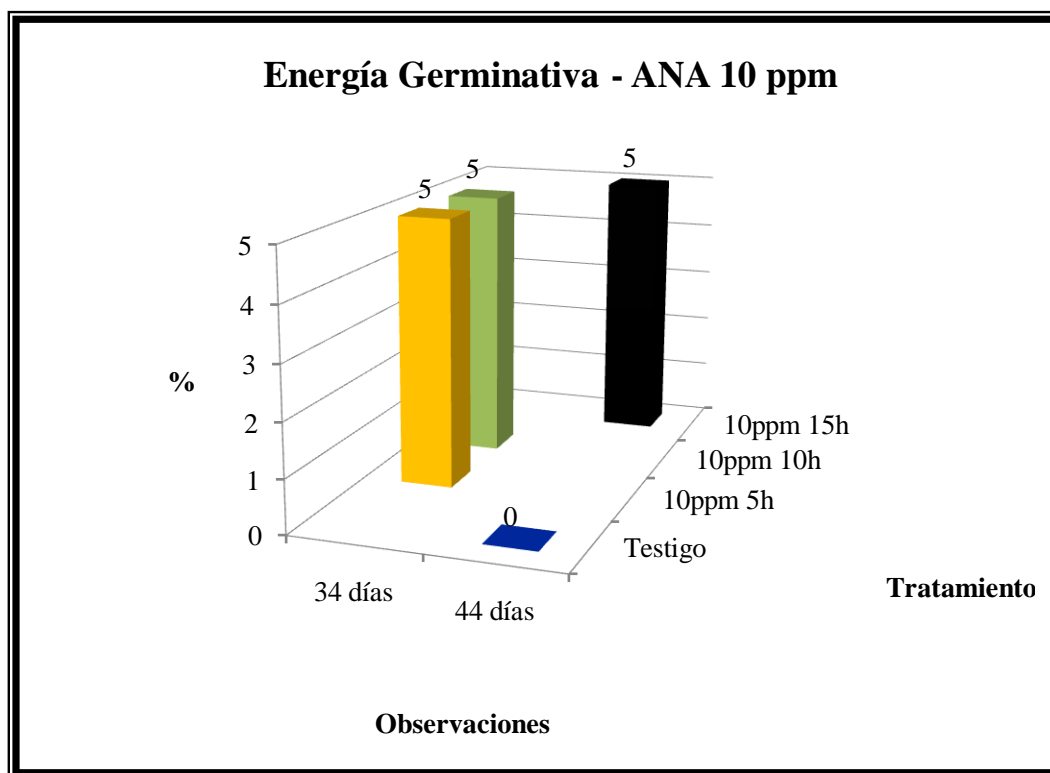


Figura 24. Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido naftaleno acético a 10 ppm.

4.4.2.2 Germinación aplicando ácido naftaleno acético

Los porcentajes de germinación indicaron valores que fueron desde cero hasta 11,67%, obtenido en el tratamiento a 2,5 ppm-5 horas (Cuadro 16).

Cuadro 16. Germinación aplicando ANA.

N° DIAS EVALUACION	2,5 ppm ANA				5 ppm ANA				10 ppm ANA			
	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas
28	0%	1,7%	1,7%	0%	0%	0%	1,7%	1,7%	0%	0%	0%	0%
34	0%	5,0%	3,3%	3,3%	0%	1,7%	3,3%	1,7%	0%	1,7%	1,7%	0%
39	0%	6,7%	3,3%	5,0%	0%	3,3%	3,3%	1,7%	0%	1,7%	1,7%	0%
44	0%	6,7%	3,3%	5,0%	0%	8,3%	5,0%	1,7%	0%	1,7%	1,7%	1,7%
49	0%	11,7%	3,3%	5,0%	0%	10,0%	6,7%	3,3%	0%	3,3%	3,3%	3,3%

4.4.2.3 Análisis estadístico para la germinación aplicando ANA

La confiabilidad de los resultados del ADEVA para un F calculado significativo (obtenida en la quinta observación), se realizó a través de la prueba de Duncan (Cuadro 17 y 18).

Cuadro 17. Análisis de varianza de la quinta observación con ácido naftaleno acético.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	458,33	41,67	6,00	3,41	4,57	**
Error	24	166,67	6,94				
TOTAL	35	625,00	17,86				

Cuadro 18. Prueba de medias de Duncan para la germinación a los 49 días aplicando ácido naftaleno acético

Tratamientos	Descripción	% Promedio	RANGO			
T1*	Testigo	0,00	A			
T5*	Testigo	0,00	A			
T9*	Testigo	0,00	A			
T3	2,5ppm-10h	3,33	A	B		
T8	5ppm-15h	3,33	A	B		
T10	10ppm-5h	3,33	A	B		
T11	10ppm-10h	3,33	A	B		
T12	10ppm-15h	3,33	A	B		
T4	2,5ppm-15h	5,00	A	B		
T7	5ppm-10h	6,67		B	C	
T6	5ppm-5h	10,00			C	D
T2	2,5ppm-5h	11,67				D

Se obtuvieron cuatro grupos, destacándose entre ellos los tratamientos: T2 (2,5 ppm ANA 5 horas) y T6 (5 ppm ANA 5 horas) por su alta germinación (11,67 y 10% respectivamente) y los tratamientos T1, T5 y T9 (testigos) por la ausencia de emergencia.

4.4.3 Ácido giberélico + Ácido naftaleno acético

4.4.3.1 Energía germinativa aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno acético

En relación a los tratamientos con ácido giberélico + ácido naftaleno acético, éstos presentaron los siguientes resultados:

El porcentaje del tratamiento 2,5 ppm 5 horas fue de 15%, mientras que el de 2,5 ppm 15 horas fue 10% (Figura 25).

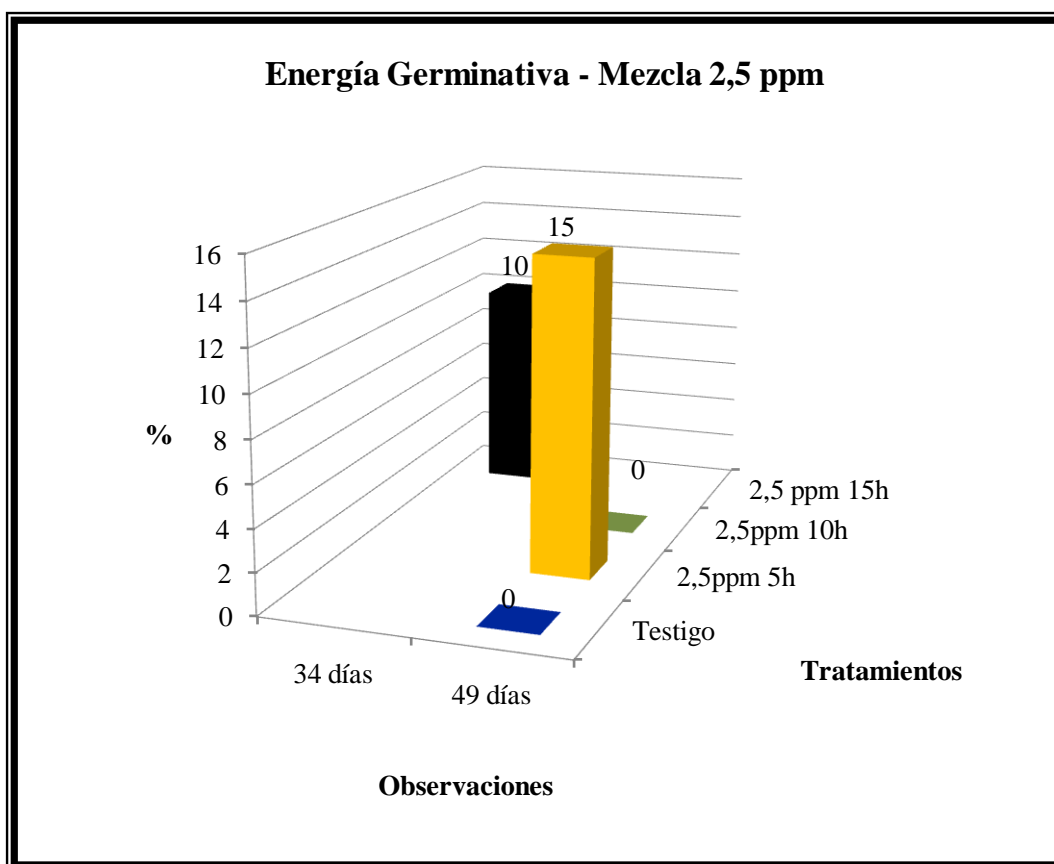


Figura 25. Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico + ácido naftaleno acético a 2,5 ppm.

Para los tratamientos a la concentración de 5 ppm el sub-tratamiento 15 horas alcanzó el porcentaje más alto, observado en la Figura 26.

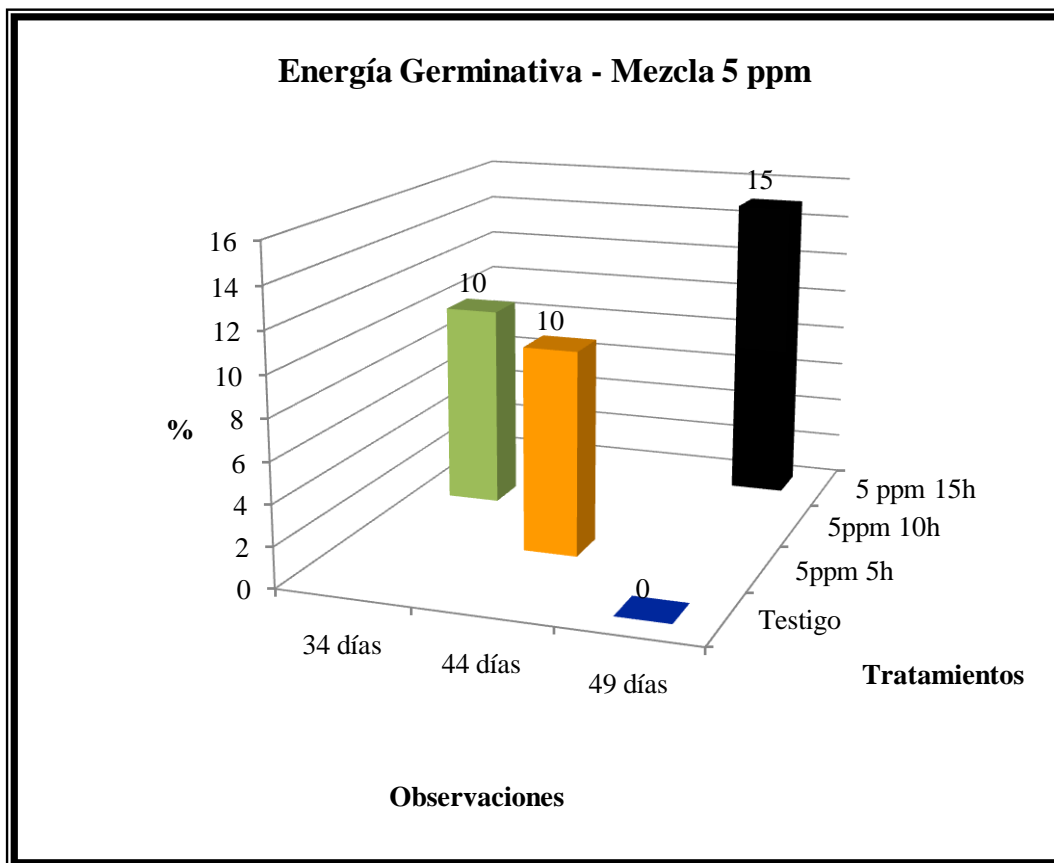


Figura 26. Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico + ácido naftaleno acético a 5 ppm.

Por último, la energía germinativa aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno acético a la concentración de 10 ppm, fue de cinco por ciento en los sub-tratamientos donde hubo emergencia (Figura 27).

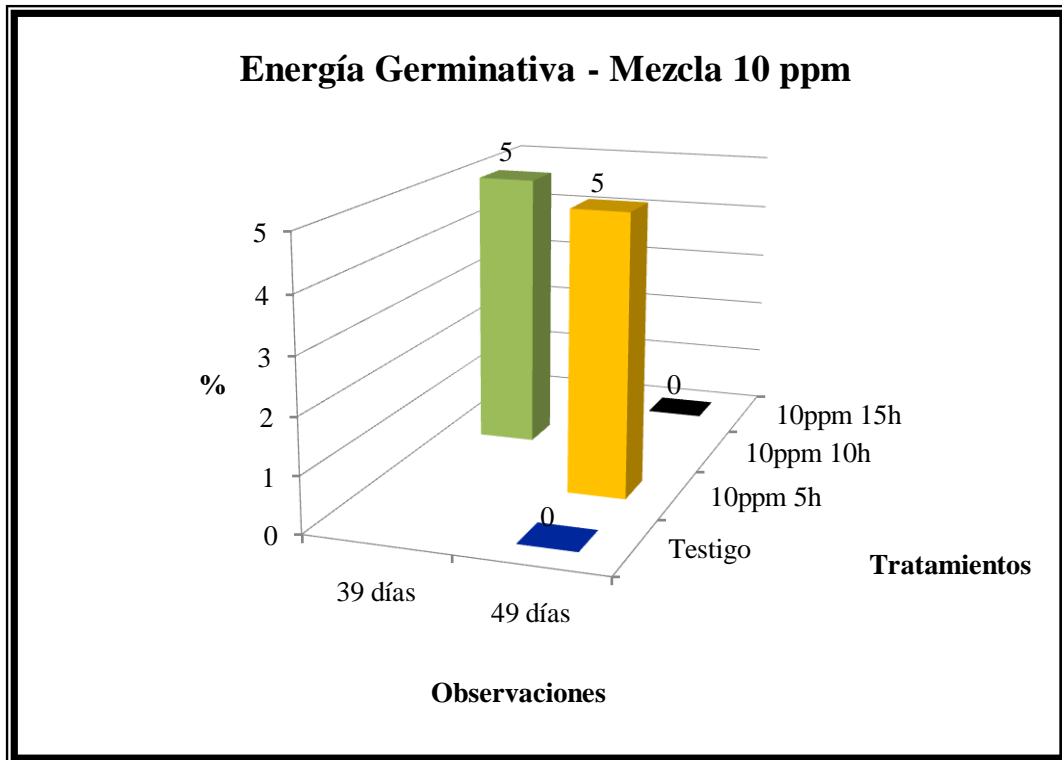


Figura 27. Evaluación de la energía germinativa para los tratamientos con ácido giberélico + ácido naftaleno acético a 10 ppm.

4.4.3.2 Germinación, ácido giberélico + ácido naftaleno acético

Los resultados de la germinación correspondientes a los tratamientos 2,5 ppm - 5 horas y 5 ppm-15 horas alcanzaron los valores más altos, como se observa en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Resultados porcentuales de la mezcla para los distintos tratamientos.

N° DIAS EVALUACION	2.5 ppm AG+ANA				5 ppm AG+ANA				10 ppm AG+ANA			
	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas
28	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
34	0%	1,7%	0%	3,3%	0%	0%	3,3%	1,7%	0%	0%	0%	0%
39	0%	3,3%	0%	3,3%	0%	0%	3,3%	1,7%	0%	0%	1,7%	0%
44	0%	3,3%	0%	3,3%	0%	3,3%	3,3%	3,3%	0%	0%	1,7%	0%
49	0%	8,3%	0%	5,0%	0%	3,3%	3,3%	8,3%	0%	1,7%	3,3%	0%

4.4.3.3 Análisis estadístico para la germinación aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno acético

Los Cuadros 20 y 21 revelan los resultados del ADEVA y la prueba de confiabilidad Duncan para la observación que presentó significancia (quinta observación).

Cuadro 20. Análisis de varianza, ácido giberélico + ácido naftaleno acético.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	322,22	29,29	4,69	3,41	4,57	**
Error	24	150,00	6,25				
TOTAL	35	472,22	13,49				

Cuadro 21. Prueba de medias de Duncan para la germinación a los 49 días aplicando AG+ANA.

Tratamientos	Descripción	% Promedio	RANGO		
T1*	Testigo	0,00	A		
T3	2,5ppm-10h	0,00	A		
T5*	Testigo	0,00	A		
T9*	Testigo	0,00	A		
T12	10ppm-15h	0,00	A		
T10	10ppm-5h	1,67	A	B	
T6	5ppm-5h	3,33	A	B	
T7	5ppm-10h	3,33	A	B	
T11	10ppm-10h	3,33	A	B	
T4	2,5ppm-15h	5,00		B	C
T2	2,5ppm-5h	8,33			C
T8	5ppm-15h	8,33			C

Los resultados de la prueba de Duncan indicaron la formación de tres grupos que se traslapan entre sí, estableciéndose que los mayores porcentajes de germinación presentaron los tratamientos T4 (2,5 ppm 15 horas), T2 (2,5 ppm 5 horas) y T8 (5 ppm 15 horas); por el contrario los tratamientos T1 (testigo), T3 (2,5 ppm 10 horas), T5 (testigo), T9 (testigo) y T12 (10 ppm 15 horas) no presentaron germinación.

4.5 Análisis estadístico global del tercer método.

Igualmente, en el análisis global del tercer método la observación con resultados significativos fue la quinta. El ADEVA indicó que el valor de F calculada al nivel del 95% de probabilidad estadística fue de 8,40 (altamente significativo), por lo que se realizó la prueba de Duncan (Cuadro 22 y 23).

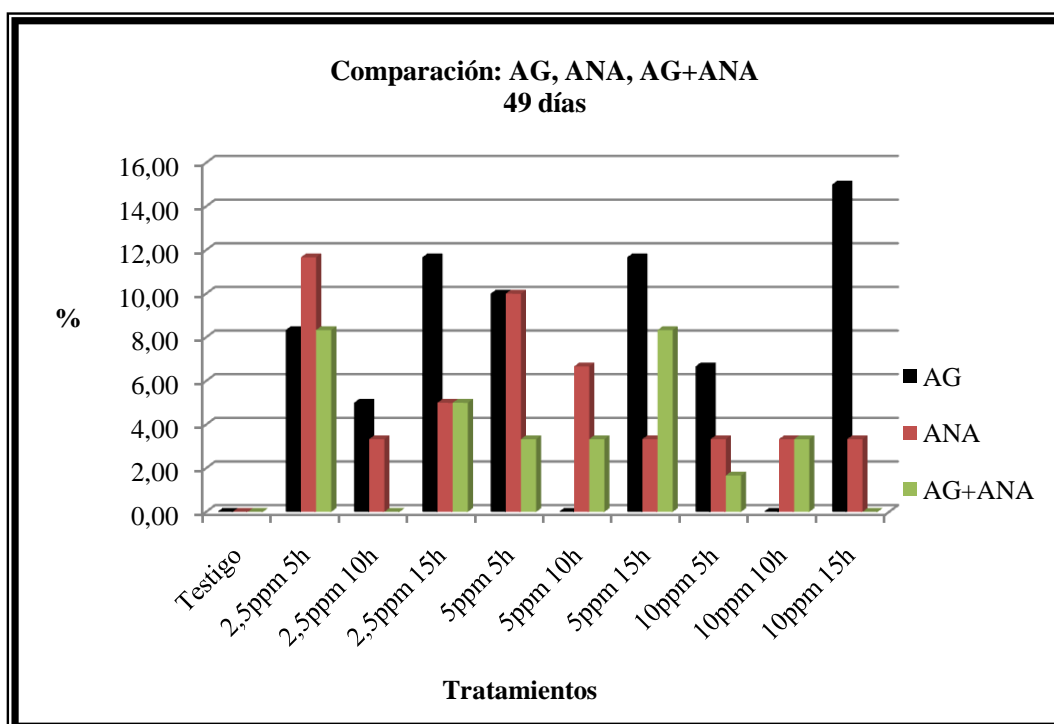


Figura 28. Comparación de los resultados porcentuales de la germinación, para los tratamientos con ácido giberélico, ácido naftaleno acético y ácido giberélico + ácido naftaleno acético a los 49 días.

Cuadro 22. Análisis de varianza de la quinta observación.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	35	1974,77	56,42	8,40	3,53	4,62	**
Error	72	483,33	6,71				
TOTAL	107	2458,10	22,97				

Cuadro 23. Prueba de Duncan para la comparación global de la germinación a los 49 días.

Tratamientos	Descripción	% Promedio	RANGO					
T1*	Testigo AG	0,00	A					
T5*	Testigo AG	0,00	A					
T7	5ppm-10h AG	0,00	A					
T9*	Testigo AG	0,00	A					
T11	10ppm-10h AG	0,00	A					
T13*	Testigo ANA	0,00	A					
T17*	Testigo ANA	0,00	A					
T21*	Testigo ANA	0,00	A					
T25*	Testigo Mezcla	0,00	A					
T27	2,5ppm-10h Mezcla	0,00	A					
T29*	Testigo Mezcla	0,00	A					
T33*	Testigo Mezcla	0,00	A					
T36	10ppm-15h Mezcla	0,00	A					
T34	10ppm-5h Mezcla	1,67	A	B				
T15	2,5ppm-10h ANA	3,33	A	B	C			
T20	5ppm-15h ANA	3,33	A	B	C			
T22	10ppm-5h ANA	3,33	A	B	C			
T23	10ppm-10h ANA	3,33	A	B	C			
T24	10ppm-15h ANA	3,33	A	B	C			
T30	5ppm-5h Mezcla	3,33	A	B	C			
T31	5ppm-10h Mezcla	3,33	A	B	C			
T35	10ppm-10h Mezcla	3,33	A	B	C			
T3	2,5ppm-10h AG	5,00	A	B	C			
T16	2,5ppm-15h ANA	5,00	A	B	C			
T28	2,5ppm-15h Mezcla	5,00	A	B	C			
T10	10ppm-5h AG	6,67		B	C	D		
T19	5ppm-10h ANA	6,67		B	C	D		
T2	2,5ppm-5h AG	8,33			C	D	E	
T26	2,5ppm-5h Mezcla	8,33			C	D	E	
T32	5ppm-15h Mezcla	8,33			C	D	E	
T6	5ppm-5h AG	10,00				D	E	
T18	5ppm-5h ANA	10,00				D	E	
T4	2,5ppm-15h AG	11,67					E	F
T8	5ppm-15h AG	11,67					E	F
T14	2,5ppm-5h ANA	11,67					E	F
T12	10ppm-15h AG	15,00						F

Los resultados exhibieron la formación de seis grupos que se traslapan entre sí, destacándose los tratamientos T4 (2,5 ppm AG 15 horas), T8 (5 ppm AG 15 horas), T14 (2,5 ppm ANA 5 horas) y T12 (10 ppm AG 15 horas); cabe recalcar que los tratamientos con ácido giberélico son los que mejor comportamiento presentaron, seguidos de un tratamiento con ácido naftaleno acético. La combinación de ambos ácidos presentó una baja tasa de germinación.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Eliminación de cera con solventes orgánicos

La interrupción de la latencia en las semillas para alterar la cubierta seminal mediante diversos métodos artificiales, puede tener una relación directa con el aumento de su permeabilidad (Univ. Pol. Valencia, 2003). La utilización de solventes orgánicos es una opción viable para la remoción de la cubierta impermeable (cera) de las semillas, como en el caso de *Morella pubescens*. Ciertos compuestos o moléculas químicas son removidos más rápidamente con solventes de la misma polaridad (propiedad de las moléculas) y dar una coloración específica al ser extraídos. Esto justificaría las observaciones hechas en el primer método donde cada solvente utilizado adquiere un color diferente al incubarse con las semillas (Figura 15) (Mancilla y otros).

Los solventes orgánicos utilizados son incoloros, corrosivos, flamables y volátiles, no solo remueven la cera sino que perturban la cubierta y posiblemente la permeabilizan lo que justificaría la variación en elasticidad de la resistencia de la cubierta seminal (Cuadro 1).

A pesar de que los análisis estadísticos indicaron que los resultados no fueron significativos, se observó diferencia en la germinación de las semillas tratadas con los distintos solventes. Los tratamientos con acetona y tñer reportaron el porcentaje más bajo (6,67% y 3,33% respectivamente) demostrando su alto poder de deshidratación inclusive en el corto tiempo de incubación. El peróxido de hidrógeno y éter de petróleo alcanzaron un alto porcentaje (21,67% y 15%

respectivamente) aseverando la alteración de la cubierta seminal ya que estos solventes no deshidratan a la semilla sino que inclusive el peróxido al descomponerse facilita dos moléculas de agua y una de oxígeno por cada molécula de peróxido de hidrógeno, alterando la disponibilidad de agua para el embrión.

5.2 Eliminación de posibles inhibidores de germinación

Las semillas contienen sustancias (inhibidores químicos) que las inducen a entrar en una fase de latencia, retardando su germinación; estos inhibidores pueden hallarse en la cubierta seminal o en los tejidos del fruto, y pueden ser removidos con cambios diarios de agua. El agua facilita la translocación de los elementos disueltos necesarios para la planta.

Bravo y otros (1996), reportaron que la inmersión de semillas de *Morella pubescens* en agua, con cambio diario, aumenta la velocidad de emergencia y la proporción de germinación. En el presente estudio, desafortunadamente sólo el testigo germinó. Posiblemente, el choque térmico aplicado al inicio del experimento, influyó de manera negativa. Adicionalmente, el agua de grifo posee residuos de minerales u otros contaminantes que influenciarían de manera negativa en la germinación; a más de estos también tenemos el cloro, el cual podría influenciar en el proceso germinativo, dependiendo de la concentración a la que se encuentre.

El choque térmico es un tratamiento utilizado para incrementar la emergencia de las plantas ya que influye sobre la plasticidad germinativa, ocasionando un rompimiento de la cubierta seminal, al sufrir un cambio drástico de temperatura; esto depende de acuerdo a cada especie por lo que no hay un procedimiento estándar (Ortiz, 2003).

5.3 Inductores de germinación

El ácido giberélico (vegetal) y el ácido naftaleno acético (sintético) son dos fitoreguladores de crecimiento de acción hormonal. A concentraciones altas el ácido giberélico cambia de ser un inductor a ser un inhibidor.

Investigaciones realizadas por Bravo y otros (1996), revelan que al realizar las correspondientes comparaciones en cada uno y entre los tratamientos (10, 100, 1000 ppm), con cada uno de los sub-tratamientos (7, 14, 21 horas) y frente al testigo encontraron que los tratamientos con ácido giberélico y cinetina en concentraciones de 10 ppm con 7 horas de imbibición aumentaron la velocidad de germinación.

Todos los tratamientos con ácido giberélico obtuvieron emergencia a las concentraciones empleadas y los tiempos utilizados, afirmando así su poder inductor. Además, la concentración de 10 ppm por 15 horas fue la más óptima y recomendada; resultado similar fue reportado previamente (Bravo, 1996).

Con respecto al ácido naftaleno acético, las concentraciones de 2,5 y 5 ppm fueron las mejores, específicamente el sub-tratamiento a 5 horas. El uso de esta hormona es algo innovador ya que no se ha reportado en la literatura encontrada.

Aunque se sabe que el comportamiento de giberelinas y auxinas es complementario, no hemos encontrado investigaciones publicadas con *Morella pubescens*. Desafortunadamente los bajos resultados obtenidos revelaron ausencia de comportamiento sinérgico.

Es imposible señalar una razón específica para los resultados observados en esta investigación con respecto al uso de hormonas, debido al limitado número de publicaciones sobre el tema y en específico sobre esta especie. Morales (2010) menciona que las plantas utilizan y regulan estas hormonas de manera distinta y que existen mecanismos para catabolizarlas cuando no son requeridas. Todo esto

limita una comprensión a fondo del efecto que sufre la semilla y por ende de los resultados, únicamente se puede inferir una comparación entre las condiciones experimentadas.

La comparación global de los tres métodos utilizados en esta investigación y bajo las condiciones experimentales descritas, permiten deducir que los tratamientos que alcanzaron la más alta germinación durante el período investigativo, fueron el peróxido de hidrógeno y el tratamiento con ácido giberélico a una concentración de 10 ppm con incubación de 15 horas. Si bien el costo es quizá un poco más alto en el segundo tratamiento, el tiempo de germinación es más rápido.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

La investigación consistió en analizar procesos artificiales más rápidos para acelerar la germinación: eliminación de cera utilizando solventes orgánicos, eliminación de posibles inhibidores e inducción a la germinación utilizando ácido giberélico, ácido naftaleno acético y una combinación de ambos. Los resultados obtenidos y sus respectivas justificaciones permitieron deducir las siguientes conclusiones:

- Las propiedades y concentración de los solventes orgánicos utilizados afectaron en los resultados.
- El éter de petróleo y peróxido de hidrógeno influyeron positivamente en la energía germinativa, alcanzando valores más altos en menor tiempo, comparado con el testigo.
- Con respecto a la germinación, los resultados reflejaron una tendencia similar, situando al peróxido de hidrógeno en primer lugar y al tñer en último. Sin embargo, el análisis estadístico indicó que los resultados no fueron significativos para ninguno de los tratamientos.
- El método cambio diario de agua de grifo por 4, 8 y 16 días presentó ausencia de emergencia.

- Las hormonas influenciaron positivamente en la germinación. Los mejores tratamientos fueron: ácido giberélico 10 ppm, 15 horas; ácido naftaleno acético 2,5 ppm, 5 horas y en el tratamiento de la combinación de ambos ácidos 2,5 ppm, 5 horas y 5 ppm, 5 horas.

- El método inductores de germinación fue el mejor y dentro de éste, el tratamiento con ácido giberélico a una concentración de 10,00 ppm y sub-tratamiento 15 horas; superó a los demás tratamientos, con resultados altamente significativos según el análisis estadístico.

- La combinación entre el ácido giberélico y ácido naftaleno acético, no ofreció un comportamiento sinérgico, en comparación a cada hormona

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

La evaluación global de la presente investigación nos permite sugerir las siguientes modificaciones para futuras investigaciones que realicen la reproducción en vivero:

- Utilizar solventes orgánicos que no interfieran con la disponibilidad de agua y en caso de tener que usarlos diluir a concentraciones más bajas y tiempos de incubación más cortos, para evitar el riesgo de deshidratación del embrión.
- Reducir el tiempo de estrés térmico experimentado por las semillas o manipular las temperaturas.
- Evaluar otras concentraciones de ácido giberélico y tiempos de incubación tomando como base las descritas en esta investigación.
- Experimentar con hormonas que posean propiedades sinérgicas.
- Evaluar otros tipos de sustrato o el utilizado en esta investigación, variando la proporción de sus componentes.

Para el campo académico:

- Concientizar que la fitogenética forestal llenará un vacío en la eminente obra de preservar y de mejorar la calidad de las especies forestales nativas (laurel de cera), muchas de ellas en vías de extinción.
- Resaltar la importancia del estudio del uso de escalas fenológicas que permitan a la vez, referirse a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo en una etapa de desarrollo determinado (El ciclo biológico de una planta cambia con los factores del clima, así las plantas del mismo genotipo sembradas bajo diferentes condiciones climáticas pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico).
- Enfocar una acción forestadora intensa para estabilizar el avance erosivo y frenar la deforestación antropogénica.
- Es recomendable ponernos a la par con la naturaleza y plantar árboles: para un desarrollo económico, para proteger nuestro recurso suelo y mejorar la calidad de los habitantes de este planeta.

CAPÍTULO VIII

RESUMEN

El laurel de cera (*Morella pubescens* H.B ex Wild) es una especie nativa, promisoría, considerada un mitigador de impactos ambientales por adaptarse a condiciones marginales de suelo. Coloniza sustratos altamente degradados; su sistema radicular extenso, la densidad de la copa y la resistencia de las ramas a los fuertes vientos son las principales características morfológicas que presenta para ser usada en el control de la erosión. Es de difícil propagación sexual por lo tanto baja germinación y pudiera estar próxima a la extinción debido a la falta de métodos pregerminativos. La cera obtenida de sus frutos es empleada en procesos industriales.

Este estudio generará un aporte innovador a la ciencia, que contribuya al bienestar de la humanidad, a través de información técnica, que permita aumentar las posibilidades de germinación en semillas de laurel de cera y globalizar así su éxito.

La investigación se llevó a cabo en el sector de Natabuela, Cantón Antonio Ante, Provincia Imbabura, Ecuador; que presenta una altitud de 2.350 msnm.

Se utilizaron tres métodos pre-germinativos:

- Eliminación de cera con solventes orgánicos
- Eliminación de posibles inhibidores de germinación (cambios diarios de agua de grifo por 4, 8 y 16 días)

- Inductores de germinación (aplicando ácido giberélico, ácido naftaleno acético y la combinación de los dos).

Se aplicó un diseño irrestricto al azar y se empleó la prueba de Duncan para dar confiabilidad a los resultados del análisis estadístico.

Los resultados obtenidos revelaron que el peróxido de hidrógeno y éter de petróleo son los solventes orgánicos más recomendables, entre los estudiados en la presente investigación (Cuadro 24).

Cuadro 24. Germinación de los tratamientos del método Eliminación de cera con solventes orgánicos.

Evaluación (días)	Testigo	Acetona	Tíñer	Peróxido de hidrógeno	Éter de petróleo
40	6,67%	0,00%	3,33%	5,00%	13,33%
45	8,33%	1,67%	1,67%	10,0%	15,0%
51	18,33%	3,33%	3,33%	20,0%	15,0%
56	23,33%	6,67%	3,33%	21,67%	15,0%

Con respecto al uso del agua , las condiciones experimentales, específicamente el choque térmico (5min 100°C, 5 min 4°C) posiblemente influyó negativamente en el proceso germinativo, lo que justificaría la ausencia de emergencia en los tratamientos, con excepción del testigo.

Finalmente, la evaluación del método inductores de germinación, reflejó porcentajes relativamente altos para el ácido giberélico y el ácido naftaleno acético comparado con el testigo. Además, se observó que no hubo efecto sinérgico en la mezcla, bajo las condiciones estudiadas (Cuadros 25 al 26).

Cuadro 25. Germinación aplicando ácido giberélico.

N° DIAS EVALUACION	2.5 ppm AG				5 ppm AG				10 ppm AG			
	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas
28	0%	1,67%	0%	0%	0%	5,0%	0%	0%	0%	1,67%	0%	1,67%
34	0%	3,33%	0%	0%	0%	8,33%	0%	1,67%	0%	3,33%	0%	3,33%
39	0%	5,00%	1,67%	1,67%	0%	8,33%	0%	3,33%	0%	3,33%	0%	5,00%
44	0%	6,67%	1,67%	3,33%	0%	6,67%	0%	3,33%	0%	1,67%	0%	5,00%
49	0%	8,33%	5,00%	11,67%	0%	10,0%	0%	11,67%	0%	6,67%	0%	15,0%

Cuadro 26. Germinación aplicando ácido naftaleno acético.

N° DIAS EVALUACION	2,5 ppm ANA				5 ppm ANA				10 ppm ANA			
	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas
28	0%	1,7%	1,7%	0%	0%	0%	1,7%	1,7%	0%	0%	0%	0%
34	0%	5,0%	3,3%	3,3%	0%	1,7%	3,3%	1,7%	0%	1,7%	1,7%	0%
39	0%	6,7%	3,3%	5,0%	0%	3,3%	3,3%	1,7%	0%	1,7%	1,7%	0%
44	0%	6,7%	3,3%	5,0%	0%	8,3%	5,0%	1,7%	0%	1,7%	1,7%	1,7%
49	0%	11,7%	3,3%	5,0%	0%	10,0%	6,7%	3,3%	0%	3,3%	3,3%	3,3%

Cuadro 27. Germinación aplicando ácido giberélico+ ácido naftaleno acético (1:1).

N° DIAS EVALUACION	2,5 ppm AG+ANA				5 ppm AG+ANA				10 ppm AG+ANA			
	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas	Testigo	5 horas	10 horas	15 horas
28	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
34	0%	1,67%	0%	3,33%	0%	0%	3,33%	1,67%	0%	0%	0%	0%
39	0%	3,33%	0%	3,33%	0%	0%	3,33%	1,67%	0%	0%	1,67%	0%
44	0%	3,33%	0%	3,33%	0%	3,33%	3,33%	3,33%	0%	0%	1,67%	0%
49	0%	8,33%	0%	5,00%	0%	3,33%	3,33%	8,33%	0%	1,67%	3,33%	0%

Se concluyó, que de los tres métodos evaluados, inductores de germinación (en el que se aplicaron hormonas) fue el mejor, dando valores altamente significativos como confirma la prueba de Duncan; destacándose el tratamiento con ácido giberélico a la concentración de 10,00 ppm e incubación 15 horas.

CAPÍTULO IX

SUMMARY

Laurel de cera (*Morella pubescens* H.B ex Wild) is a native species non- exploited and not well-known. It is found in the wild (rivers and highway banks and pasture lands) where it grows spontaneously. Hence, it has not been possible to magnify its ecological and industrial value.

This tree or shrub reaches a reported maximum height of 16 m by 30 cm in diameter. Its flowers, leaves and roots have medicinal properties and the wax collected from the fruits, has industrial uses. More importantly, this species is considered an abater of environmental impacts due to its adaptability to marginal soil conditions.

Unfortunately, it has a low germination level reason why finding efficient pre-seed germination treatments is crucial for its globalization.

Thus, the purpose of this research was to generate an innovative scientific contribution, which in turn will help mitigate the deforestation problem via afforestation and therefore contributing to the humanity's well-being.

One way to accomplished this goal was through research on pre-seed germination treatments (mechanical, physical and/or chemical) that could be applied to *Morella pubescens* seeds, to shorten its dormancy period and enhance the percent of seed germination.

The field work was carried-out in Natabuela (Parrish), Imbabura (province), Ecuador, at an altitude of 2.350 above sea level. A random unrestricted design

was applied to each evaluated treatment. These treatments were: a) seed wax removal by organic solvents, b) elimination of possible germination inhibitors (daily changes of tap water for 4, 8 and 16 days) and c) stimulators of seed germination (Gibberellic acid 3,GA3; α -Naphthalene acetic acid, NAA; combination of both ,GA3+NAA (1:1)).

Analysis of the first pre-seed germination treatment revealed that hydrogen peroxide and petroleum ether were the organic solvents that preformed the best among the tested ones, as observed in Table 1.

Table 1. Seed wax removal by organic solvents, germination percentages.

Evaluation (days)	Control solvent	Acetone	Thinner	Hydrogen peroxide	Petroleum ether
40	6,67%	0,00%	3,33%	5,00%	13,33%
45	8,33%	1,67%	1,67%	10,0%	15,0%
51	18,33%	3,33%	3,33%	20,0%	15,0%
56	23,33%	6,67%	3,33%	21,67%	15,0%

With regards to the second treatment, the results indicated that the experimental conditions (thermal stress), influenced negatively on the seed germination process; justified by the absence of seed emergence with the exception of the control group.

Finally, evaluation of the third treatment showed high germination percentages for Gibberellic acid 3 and α -Naphthalene acetic acid as compared to the control group. Furthermore, no synergistic effect was observed in treatments were both acids were used (Tables 2 through 4).

Table 2. Seed germination by Gibberellic acid 3

N° DAYS EVALUATION	2,5 ppm GA3				5 ppm GA3				10 ppm GA3			
	Control	5 hours	10 hours	15 hours	Control	5 hours	10 hours	15 hours	Control	5 hours	10 hours	15 hours
28	0%	1,67%	0%	0%	0%	5,00%	0%	0%	0%	1,67%	0%	1,67%
34	0%	3,33%	0%	0%	0%	8,33%	0%	1,67%	0%	3,33%	0%	3,33%
39	0%	5,00%	1,67%	1,67%	0%	8,33%	0%	3,33%	0%	3,33%	0%	5,00%
44	0%	6,67%	1,67%	3,33%	0%	6,67%	0%	3,33%	0%	1,67%	0%	5,00%
49	0%	8,33%	5,00%	11,67%	0%	10,0%	0%	11,67%	0%	6,67%	0%	15,0%

Table 3. Seed germination by α -Naphthalenic acetic acid.

N° DAYS EVALUATION	2,5 ppm NAA				5 ppm NAA				10 ppm NAA			
	Control	5 hours	10 hours	15 hours	Control	5 hours	10 hours	15 hours	Control	5 hours	10 hours	15 hours
28	0%	1,6%	1,7%	0%	0%	0%	1,7%	1,7%	0%	0%	0%	0%
34	0%	5,0%	3,3%	3,3%	0%	1,7%	3,3%	1,7%	0%	1,7%	1,7%	0%
39	0%	6,6%	3,3%	5,0%	0%	3,3%	3,3%	1,7%	0%	1,7%	1,7%	0%
44	0%	6,6%	3,3%	5,0%	0%	8,3%	5,0%	1,7%	0%	1,7%	1,7%	1,7%
49	0%	11,7%	3,3%	5,0%	0%	10,0%	6,7%	3,3%	0%	3,3%	3,3%	3,3%

Table 4. Seed germination by GA3 + NAA (1:1).

N° DAYS EVALUATION	2,5 ppm GA3+NAA				5 ppm GA3+NAA				10 ppm GA3+NAA			
	Control	5 hours	10 hours	15 hours	Control	5 hours	10 hours	15 hours	Control	5 hours	10 hours	15 hours
28	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
34	0%	1,67%	0%	3,33%	0%	0%	3,33%	1,67%	0%	0%	0%	0%
39	0%	3,33%	0%	3,33%	0%	0%	3,33%	1,67%	0%	0%	1,67%	0%
44	0%	3,33%	0%	3,33%	0%	3,33%	3,33%	3,33%	0%	0%	1,67%	0%
49	0%	8,33%	0%	5,00%	0%	3,33%	3,33%	8,33%	0%	1,67%	3,33%	0%

In conclusion, among the three treatments studied, the one that gave the best results with highly significant statistical data, confirmed by Duncan tests, was stimulators of seed germination. Recomending the fito-hormone Gibberellic acid 3 at a concentration of 10,00 ppm and 15 hours incubation time for *Morella pubescens* seeds germination.

CAPÍTULO X

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE, N., GÜNTER, S., STIMM, B., 2007. Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador. Disponible en: www.rncalliance.org/.../Aguirre_et_al_2007_mejoramiento_propagacion
2. BORJA, C. y LASSO, S., 1990. Plantas nativas para la reforestación en Ecuador. Fundación NATURA – AID – EDUNAT III. Quito, Ecuador.
3. BRAVO, A., CASTILLO, A. y CHAVES, G., 1996. Evaluación de tres métodos sobre la pre-germinación de semillas de Laurel de cera (*Myrica pubescens* H.B.K.). Tesis de grado. Universidad de Nariño. Departamento de Biología. Programa de especialización en ecología.
4. CAÑADAS, C., 1983. Mapa Bioclimático y Ecológico de Ecuador. Banco Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 210, 218 p.
5. DEVLIN, R., 1980. Fisiología vegetal. Trad. al español por Xavier Ilimona. Ed. Omega S.A., Barcelona, España 517 p.
6. FONT QUER, P., 1985. Diccionario de Botánica. Ed. Labor S.A., Barcelona, España 1244 p.
7. GALLARDO, M., 1993. El laurel de cera (*Myrica centena*). Mecanografiado, San Juan de Pasto. Parlamento de prevideo.

8. HOYOS, J., y CABRERA, C., 1999. Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación del Laurel de cera *Myrica pubescens* H.&B. ex Willdenow. Convenio Andrés Bello. Santafé de Bogotá, Colombia.
9. MANCILLA, C., CASTREJON, C., ROSAS, T., BLANCO, E., PEREZ, S. Extracción y Separación de Pigmentos Vegetales. Universidad del Valle de México, Campus Chapultepec. www.scribd.com
10. MIRANDA, J. & TORRES, C., 1997. Evaluación de tres métodos de escarificación en semillas de laurel de cera (*Myrica pubescens*) en el municipio de Pasto, Nariño. Universidad de Nariño. Programa de Especialización en Ecología. Pasto. Nariño - Colombia 82 p.
11. MORALES, P., 2010. Las Hormonas Vegetales-La guía de Biología. España. Disponible en: <http://biologia.laguia2000.com/botanica/las-hormonas-vegetales>
12. MUÑOZ, J., MUÑOZ, T., GALARDO, L., RODRIGUEZ, B., 1993. Análisis de la producción del laurel (*Myrica pubescens* H.B.K.) y de la comercialización de la cera en algunos municipios del departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia 96 p.
13. ORGANIZACIÓN PARA LA EDUCACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL (OpEPA), 2011. Laurel de Cera-Morella Pubescens. Disponible en: www.opepa.org
14. ORTÍZ, P., 2003. Efecto del Acido Giberelico, el Acido clorhídrico y la estratificacion, sobre la germinacion de semillas de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder). Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía.

15. PÉREZ, E., 1956. Plantas útiles de Colombia. Ed. Talleres de sucesores de Rivadeneyra, S.A. Madrid, España 831 p.
16. SEMICOL Ltda., 2009. Laurel de cera – escarificada. Semillas colombianas limitada fundada En Septiembre 12 de 1983, por Arcesio Burgos Cumbe y Rafael Sierra Ríos.
17. SEMICOL Ltda., 2010. Laurel de cera. Semillas colombianas. Colombia
- ROJAS, M., 1972. Fisiología vegetal aplicada. Segunda Ed. McGraw-Hill. Monterrey, México 262 p.
18. TORRES, R., GERARDO, A., VELASCO, J., 2008. Morphologic, Histologic, & Ultrastructural Study of the Nofulation of Frankia-Morella pubescens H. y B. ex Willdenow, (Myricaceae)"in situ". Rev.Bio.Agro. Vol.6, No.2, p.21-27. ISSN 1692-3561.
19. TRATAMIENTO PRE-GERMINATIVO Disponible en:
<http://www.elmundoforestal.com/terminologia/tratamientopregerminativo.htm>
1
20. TREJOS, A., 1960. Estudio sobre “El palomo, torcaz, roble, mimillo o palomito” (*Myrica* sp). Ministerio de cría. Dirección de Recursos Naturales Renovables. División de Ejecución de Programas. Caracas, Venezuela.
21. ULLOA, C., MØLLER, P., 2004. Árboles y Arbustos de los Andes del Ecuador. Disponible en www.efloras.org
22. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA, 2003. Parte III. Tema 17:Germinación de Semillas. Disponible en:
www.etsmre.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm

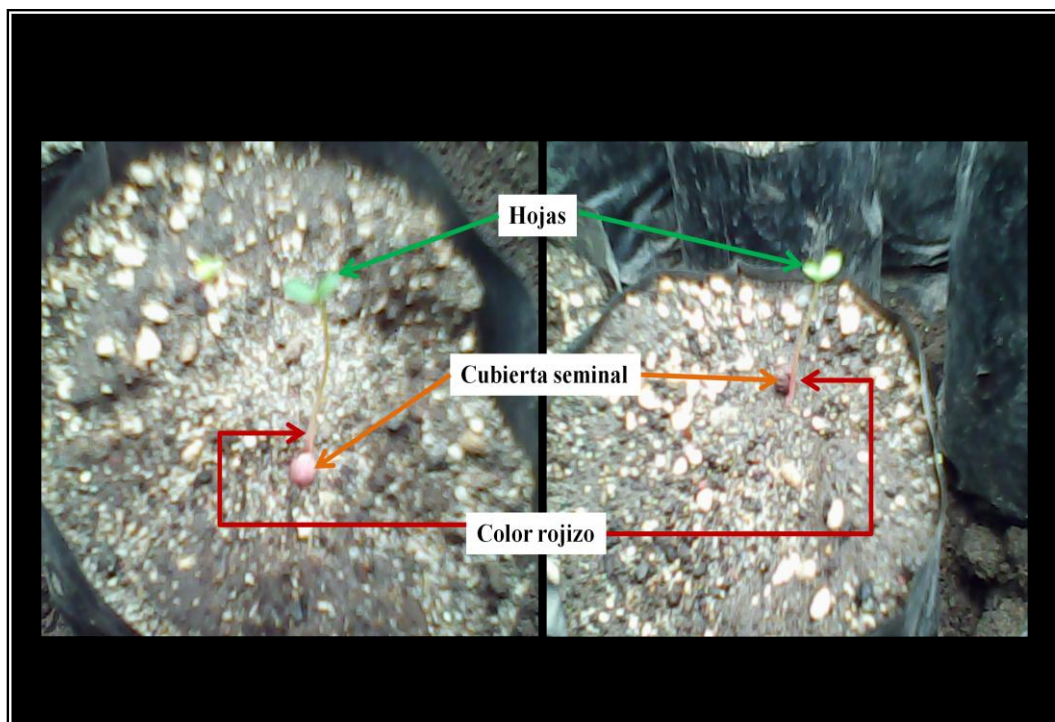
23. VARELA, S., ARANA, V., 2010. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Serie técnica, Sistemas Forestales Integrados. Sección, Silvicultura en vivero. Bariloche.
24. WEAVER, R., 1987. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. Al Español por Agustín Cont. Ed. Trillas, México 622 p.
25. WIKIPEDIA, 2010. Wikipedia la enciclopedia libre. Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/acidogiberelico>
<http://es.wikipedia.org/wiki/acidonaftalenoacetico>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Auxinas>
26. WIKIPEDIA, 2011. Wikipedia la enciclopedia libre . Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/acetona>
http://es.wikipedia.org/wiki/Ácido_sulfúrico
<http://es.wikipedia.org/wiki/eterdepetroleo>
<http://es.wikipedia.org/wiki/peroxidodehidrogeno>
<http://es.wikipedia.org/wiki/tiñer>

CAPÍTULO XI

ANEXOS

Observaciones adicionales

Las semillas germinadas presentaban un color rojizo en la parte inferior del hipocótilo, como se observa a continuación.



Anexo 1. Fotografía (distintas tomas) de las semillas de laurel de cera germinadas. La plántula posee un par de hojas embrionarias y un color rojizo en la parte inferior del hipocótilo.



Anexo 2. Árbol del cual se cosechó las semillas (superior) y de plántulas de laurel de cera (inferior).

MÉTODO 1. ELIMINACIÓN DE CERA CON SOLVENTES ORGÁNICOS

Evaluación (días)	Testigo	Acetona	Tíñer	Peróxido de hidrógeno	Éter de petróleo
40	20%	0	10%	15%	40%
45	5%	5%	0	15%	5%
51	30%	5%	5%	30%	0
56	15%	10%	0	5%	0

Anexo 3. Cuadro porcentual de energía germinativa para cada observación.

Análisis de varianza de la primera observación.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	4	293,33	73,33	1,47	3,38	4,79	NS
Error	10	500,00	50,00				
TOTAL	14	793,33	56,67				

Análisis de varianza de la segunda observación.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	4	393,33	98,33	2,46	3,38	4,79	NS
Error	10	400,00	40				
TOTAL	14	793,33	56,67				

Análisis de varianza de la tercera observación.

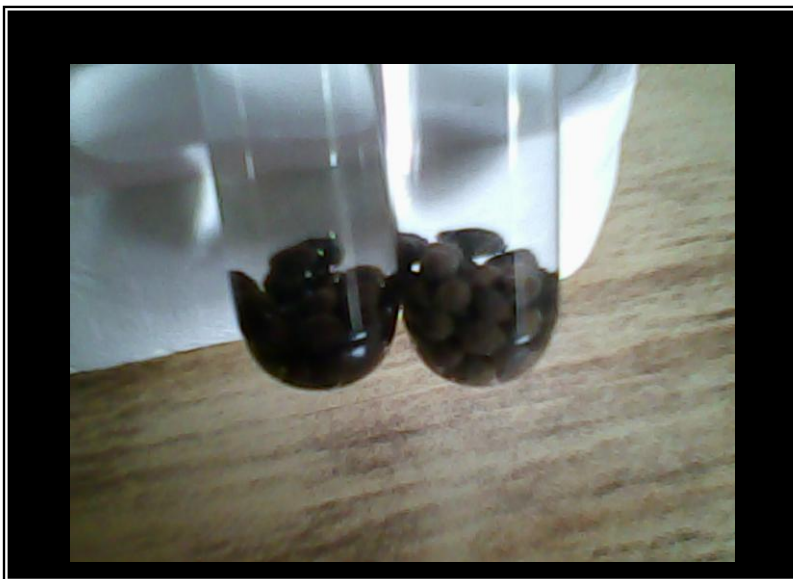
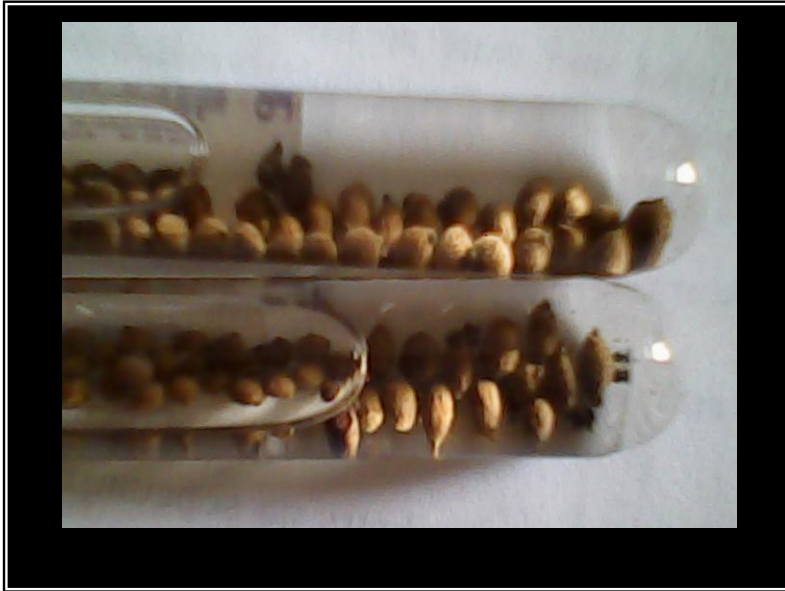
FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	4	790,00	197,50	1,41	3,38	4,79	NS
Error	10	1400,00	140				
TOTAL	14	2190,00	156,43				

Análisis de varianza de la cuarta observación.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	4	943,33	235,83	2,89	3,38	4,79	NS
Error	10	816,67	81,67				
TOTAL	14	1760,00	125,71				

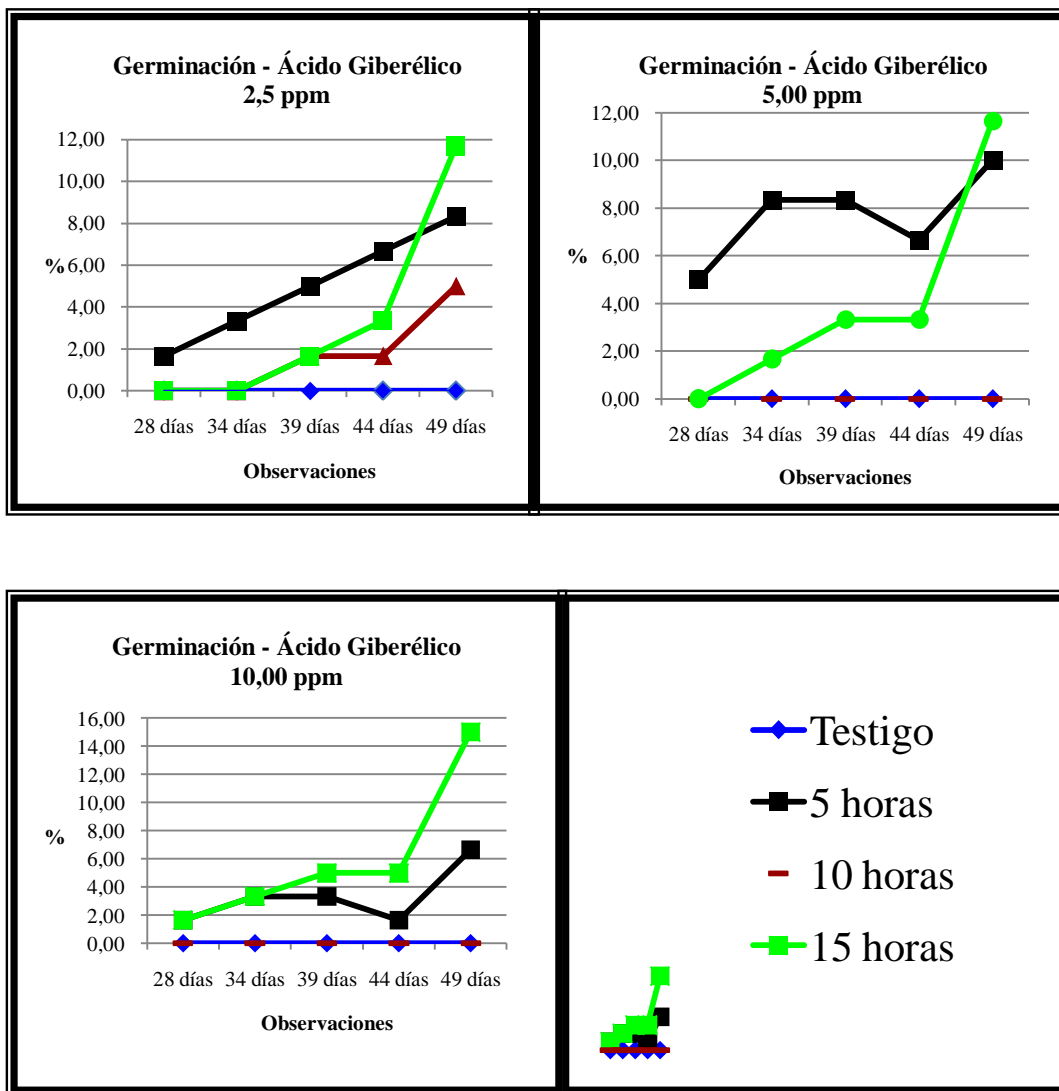
Anexo 4. ADEVAS correspondientes a las observaciones del primer método.

MÉTODO 2. ELIMINACIÓN DE POSIBLES INHIBIDORES



Anexo 5. Fotografías (distintas tomas) de la semillas incubando en agua.

MÉTODO 3. INDUCTORES DE GERMINACIÓN



Anexo 6. Ilustración gráfica de la germinación de los tratamientos aplicando ácido giberélico.

Análisis de varianza de la primera observación, AG.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	75,00	6,82	0,82	3,41	4,57	NS
Error	24	200,00	8,33				
TOTAL	35	275,00	7,86				

Análisis de varianza de la segunda observación, AG.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	216,67	19,70	1,67	3,41	4,57	NS
Error	24	283,33	11,81				
TOTAL	35	500,00	14,29				

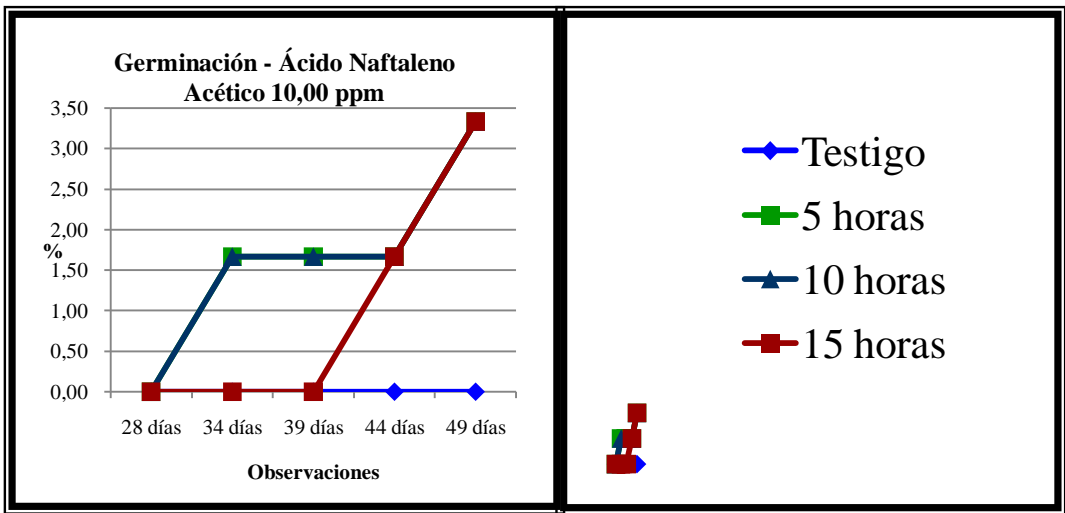
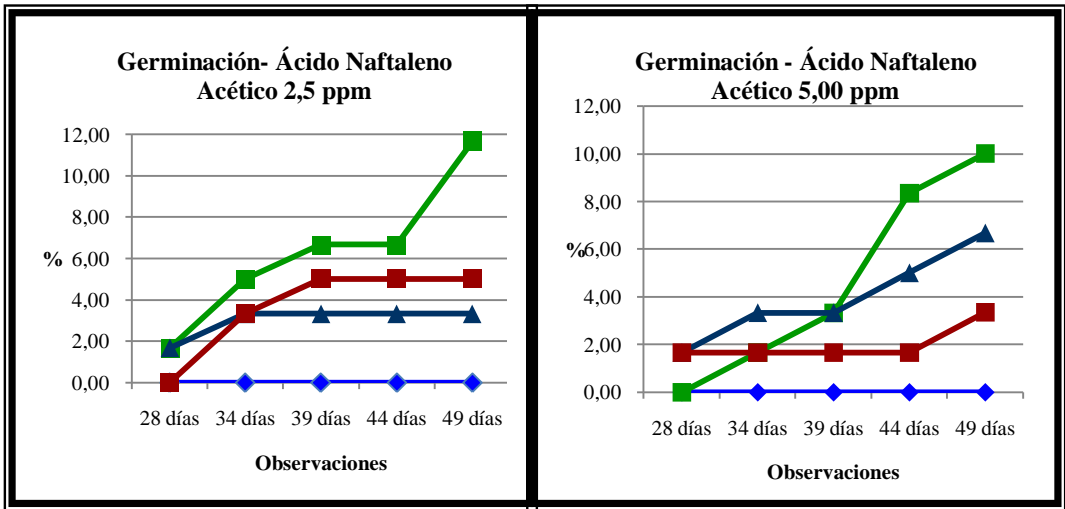
Análisis de varianza de la tercera observación, AG.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	240,97	21,91	1,86	3,41	4,57	NS
Error	24	283,33	11,81				
TOTAL	35	524,31	14,98				

Análisis de varianza de la cuarta observación, AG.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	224,31	20,39	2,45	3,41	4,57	NS
Error	24	200,00	8,33				
TOTAL	35	424,31	12,12				

Anexo 7. ADEVAS correspondientes a las observaciones del tercer método aplicando ácido giberélico.



Anexo 8. Ilustración gráfica de la germinación de los tratamientos aplicando ácido naftaleno acético.

Análisis de varianza de la primera observación, ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	22,22	2,02	0,73	3,41	4,57	NS
Error	24	66,67	2,78				
TOTAL	35	88,89	2,54				

Análisis de varianza de la segunda observación, ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	90,97	8,27	0,74	3,41	4,57	NS
Error	24	266,67	11,11				
TOTAL	35	357,64	10,22				

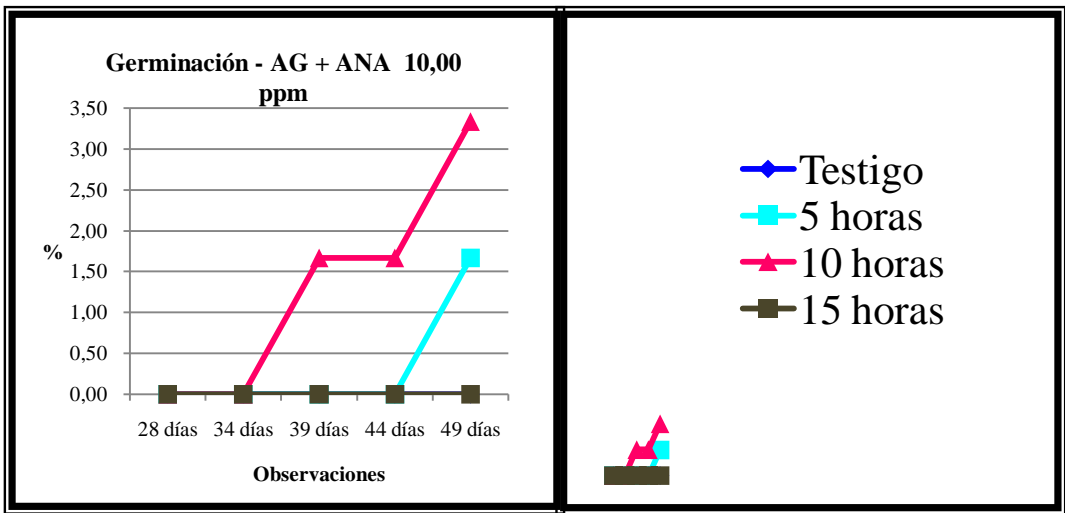
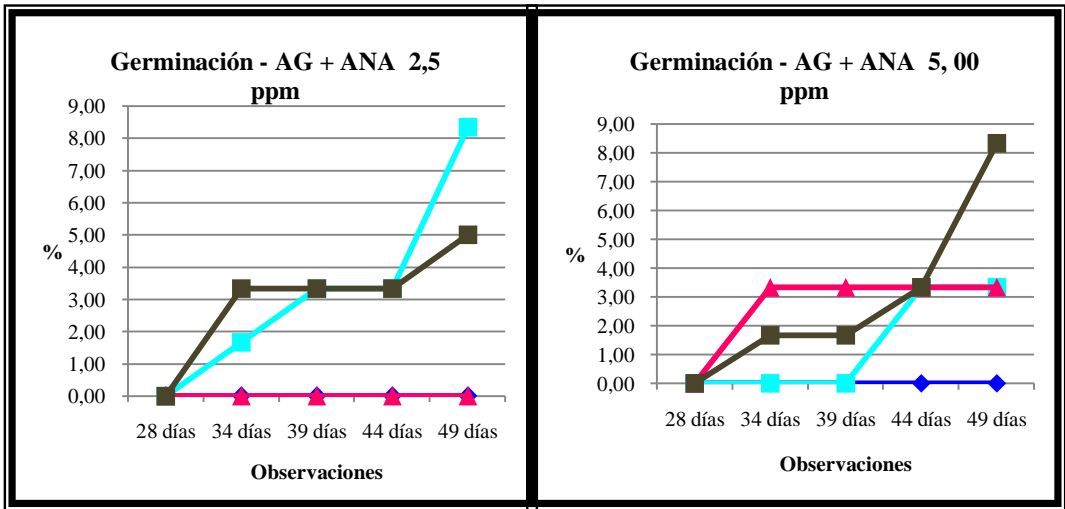
Análisis de varianza de la tercera observación, ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	155,56	14,14	2,91	3,41	4,57	NS
Error	24	116,67	4,86				
TOTAL	35	272,22	7,78				

Análisis de varianza de la cuarta observación, ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	252,08	22,92	3,30	3,41	4,57	NS
Error	24	166,67	6,94				
TOTAL	35	418,75	11,96				

Anexo 9. ADEVAS correspondientes a las observaciones del tercer método aplicando ácido naftaleno acético.



Anexo 10. Ilustración gráfica de la germinación de los tratamientos aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno acético.

Análisis de varianza de la primera observación, AG+ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	0,00	0,00	0,00	3,41	4,57	NS
Error	24	0,00	0,00				
TOTAL	35	0,00	0,00				

Análisis de varianza de la segunda observación, AG+ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	58,33	5,30	1,09	3,41	4,57	NS
Error	24	116,67	4,86				
TOTAL	35	175,00	5,00				

Análisis de varianza de la tercera observación, AG+ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	72,22	6,57	1,89	3,41	4,57	NS
Error	24	83,33	3,47				
TOTAL	35	155,56	4,44				

Análisis de varianza de la cuarta observación, AG+ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	11	90,97	8,27	1,98	3,41	4,57	NS
Error	24	100,00	4,17				
TOTAL	35	190,97	5,46				

Anexo 11. ADEVAS correspondientes a las observaciones del tercer método aplicando ácido giberélico + ácido naftaleno acético.

Análisis estadístico global del tercer método.

Análisis de varianza de la primera observación, AG, ANA, AG+ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	35	110,19	3,15	0,85	3,53	4,62	NS
Error	72	266,67	3,70				
TOTAL	107	376,85	3,52				

Análisis de varianza de la segunda observación, AG, ANA, AG+ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	35	385,88	11,03	1,19	3,53	4,62	NS
Error	72	666,67	9,26				
TOTAL	107	1052,55	9,84				

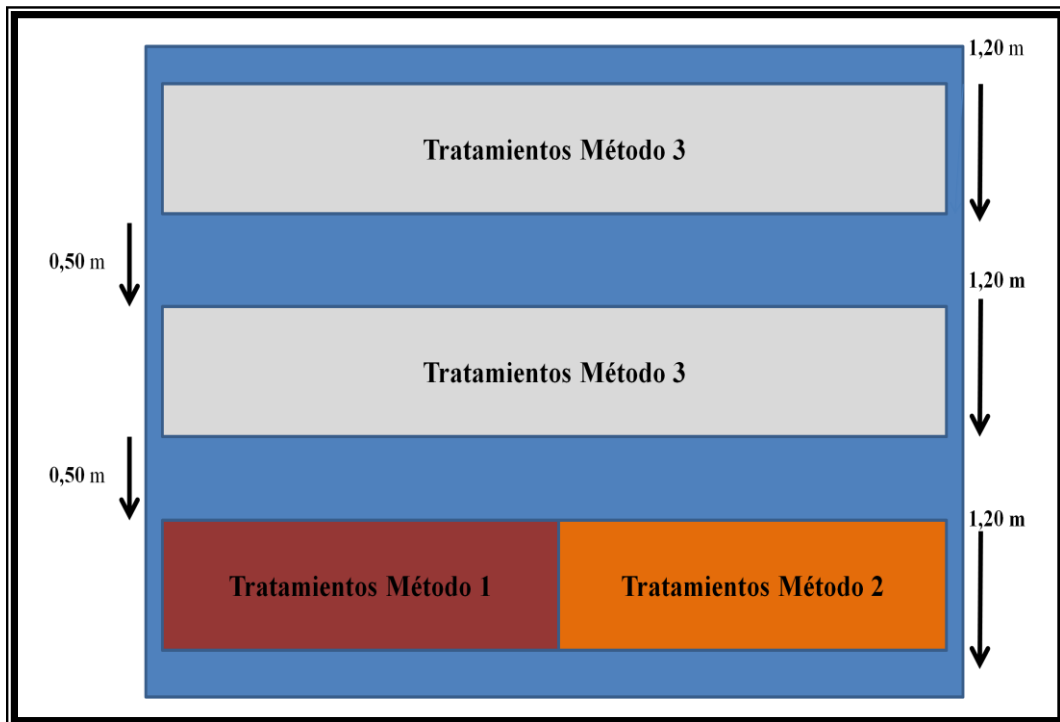
Análisis de varianza de la tercera observación, AG, ANA, AG+ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	35	502,55	14,36	2,14	3,53	4,62	NS
Error	72	483,33	6,71				
TOTAL	107	985,88	9,21				

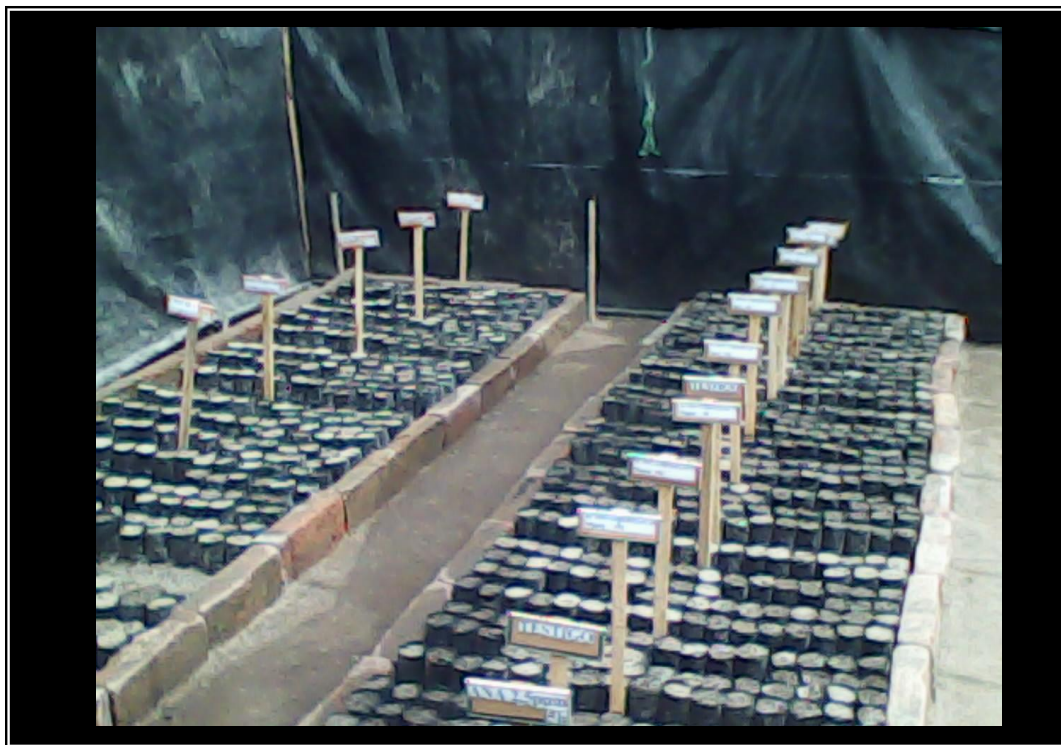
Análisis de varianza de la cuarta observación, AG, ANA, AG+ANA.

FdV	GL	SC	CM	Fcal	F0,95	F0,99	Significancia
Tratamientos	35	602,55	17,22	2,66	3,53	4,62	NS
Error	72	466,67	6,48				
TOTAL	107	1069,21	9,99				

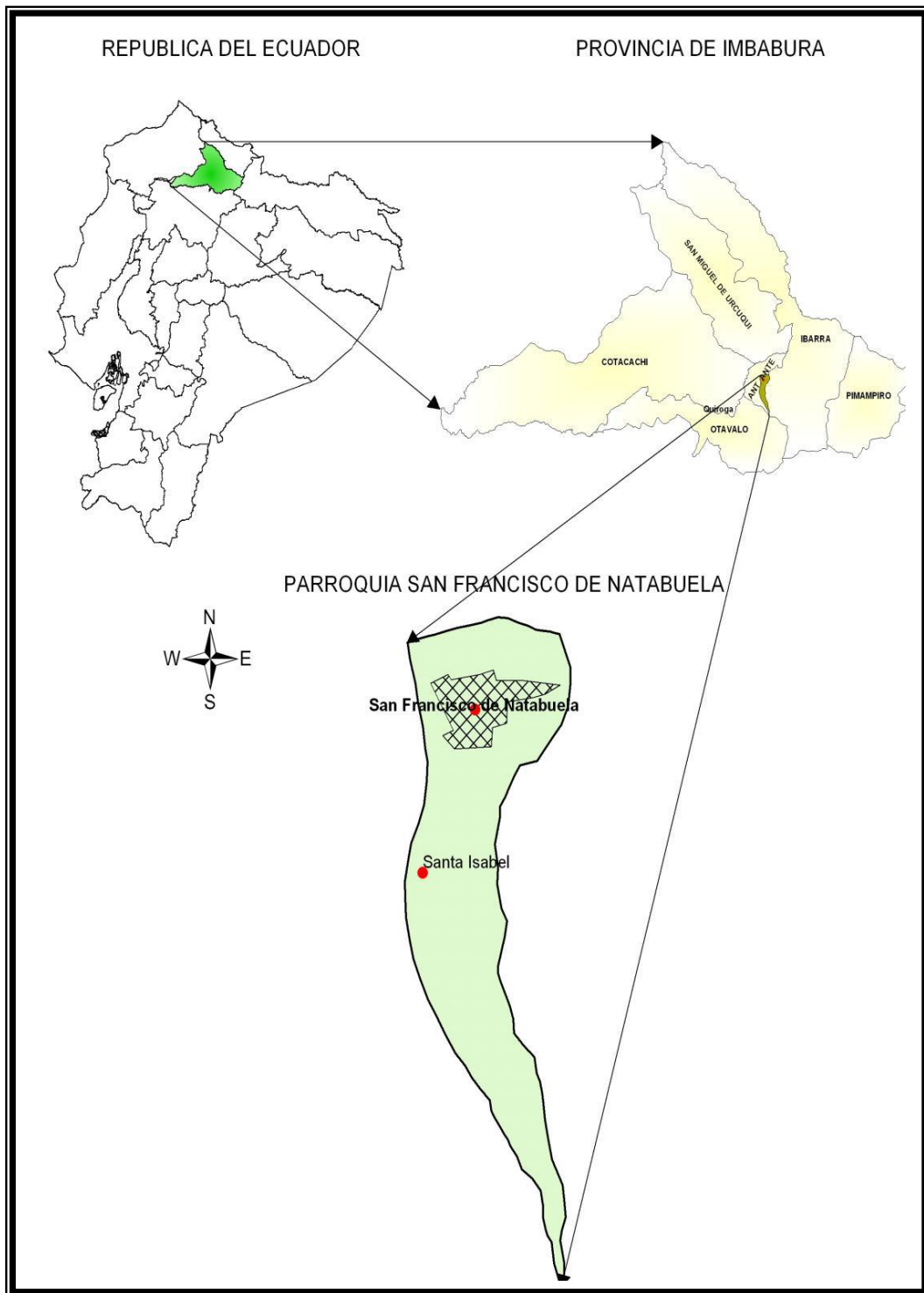
Anexo 12. ADEVAS correspondientes a las observaciones del tercer método comparación entre ácido giberélico, ácido naftaleno acético y ácido giberélico+ ácido naftaleno acético.



Anexo 13. Distribución del ensayo



Anexo 14. Fotografía de las platabandas con sus respectivos tratamientos y placas de identificación.



Anexo 15. Mapa de la localización del área experimental de la investigación.



Anexo 16. Fotografías de la semilla de laurel de cera. Semilla y cubierta seminal abierta (superior), embrión y cubierta seminal (inferior).



Anexo 17. Fotografías de algunos materiales utilizados.



Anexo 18. Fotografías de los solventes orgánicos utilizados (superior) y de las semillas en el primer enjuague después de ser incubadas en ácido sulfúrico (inferior).



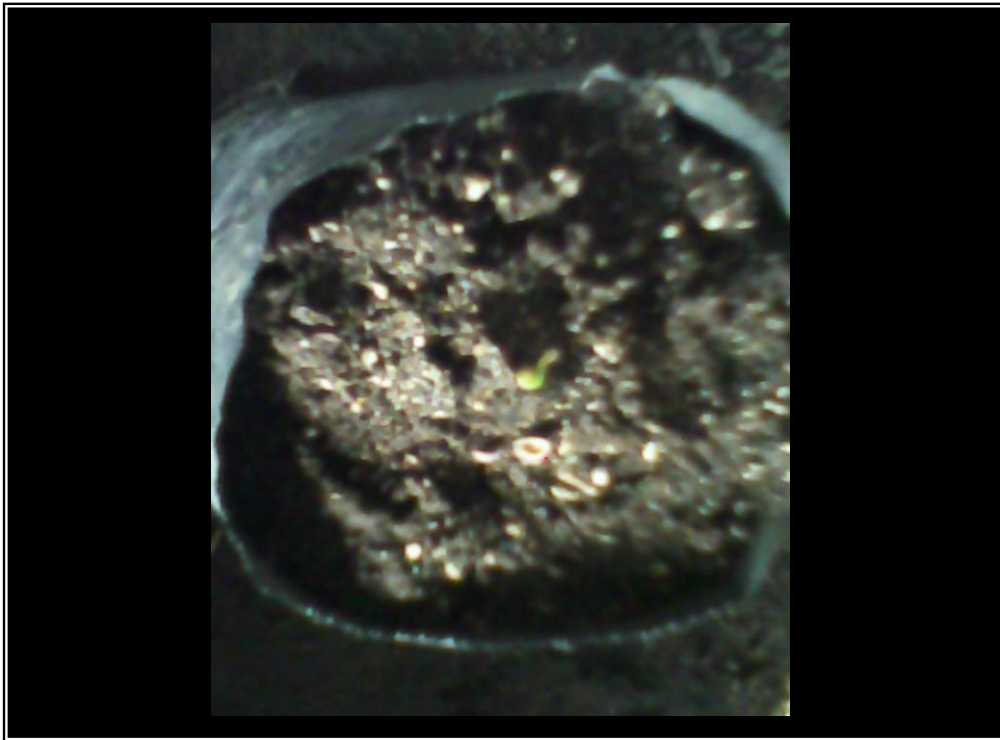
Anexo 19. Fotografías de la investigadora recolectando semillas (superior) y tomando datos en el invernadero (inferior).



Anexo 20. Fotografías del investigador observando las características de la plántula (superior) y deshierbando (inferior).



Anexo 21. Fotografías del embrión iniciando su germinación (superior) y de la plántula arrojando la cubierta seminal (inferior).



Anexo 22. Fotografías de las semillas germinadas y libres de la cubierta seminal.