



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CAMPUS V



Ecofisiología de semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) y roble
(*Tabebuia rosea* (Bertol) D.C.) en condiciones controladas

TESIS

presentada como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA TROPICAL

por

WENDY GUADALUPE AGUSTÍN SANDOVAL

Director

Dr. SAÚL ESPINOSA ZARAGOZA

Villaflores, Chiapas, México

Febrero de 2016



No. ADQ **BU45538**
 SISTEMA BIBLIOTECARIO
 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
 DE CHIAPAS
 DONACIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
 CAMPECHE



1978

(Faint, illegible text, possibly a title or author name)

2123

(Faint, illegible text)

MASTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN
 AGRICULTURA TROPICAL

WENDY GUADALUPE AGUIRRE SANDOVAL

Directora

DR. JUAN ERNESTO ZARAGOZA

Villahermosa, Chiapas, México

Febrero de 1978



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CAMPUS V
DIRECCIÓN



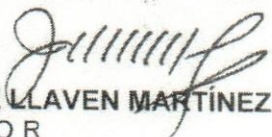
VILLAFLORES, CHIAPAS
11 DE FEBRERO DE 2016
OFICIO N° D/174/16

C. WENDY GUADALUPE AGUSTÍN SANDOVAL
MAESTRANTE EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
P R E S E N T E.

En atención a que usted ha presentado los votos aprobatorios del Honorable Jurado, designado para su evaluación profesional, de la tesis titulada: **"Ecofisiología de semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) y roble (*Tabebuia rosea* (Bertol) D. C.) en condiciones controladas"**, por este conducto le comunico que se le autoriza la impresión del documento, de acuerdo a los lineamientos vigentes de la Universidad.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR"


M. C. JAIME LLAVEN MARTÍNEZ
DIRECTOR



C. c. p. Archivo

DEDICATORIA

Sin duda alguna he luchado la buena batalla en esta otra marcha en la que he ido creando mi historia. Me quedo con la certeza y seguridad de haber cumplido y superado mis perspectivas, haber hecho todo para poder cumplir con mi objetivo, haber completado la tarea y haber hecho lo que me propuse hacer. Nunca es demasiado tarde para completar los proyectos y objetivos que nos hemos trazado, no importa el tiempo que nos tome, o cuanto luchemos, después de todo ¿qué otra cosa podemos hacer que nos dará propósito y significado? Este proyecto ha llegado a su fin, el cual me ha motivado y también me ha inspirado a nunca perder la esperanza, a seguir nuestros sueños. Debo decirles que la alegría, la felicidad y la gloria de completar el trayecto están más allá de nuestras expectativas y sueños. A medida que busquemos un nuevo curso, camino u otra manera de trabajar, nada puede desanimarnos, ni desviarnos de nuestro objetivo y aquello que anhelamos.

A Dios

Querido Dios gracias por darme la fuerza y convicción para completar parte de esta tarea que me has confiado en este hermoso viaje de la vida. Gracias por guiarme recto a través de los muchos obstáculos en mi camino y por mantenerme firme cuando todo parecía perdido. Por tu protección y por las muchas señales en el trayecto de este camino, por el bien que me pude haber hecho. Gracias por los amigos que hice. No cabe duda que caminando siempre con la gracia de Dios, pues si aprendemos a escucharlo y a través de su sabiduría hallaremos consuelo de saber que podemos hacerlo a través de su voluntad.

A mis padres y hermanos

Con amor y cariño para mis papas (J&J) y hermanos, por acompañarme una vez más en este hermoso viaje, sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constante, por ser cada día la fuente de inspiración que me motiva a seguir creciendo como persona y profesionalmente, mi único ideal son ustedes. Con respeto y admiración.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Vida, por brindarme ese regalo excepcional, ese regalo tan maravilloso para crear mi historia...La vida es para disfrutarse, si todo fuera fácil sería aburrido y monótono.

A mis padres

SR. JUAN AGUSTÍN VILLATORO
SRA. JUANA DE J. SANDOVAL VICTORIO

A mi director

DR. SAUL ESPINOSA ZARAGOZA

Por la confianza, el apoyo, por creer en mí, por el tiempo que me dedica al compartir sus conocimientos y experiencias, por siempre motivarme a seguir superándome y creciendo en lo personal y profesionalmente. ¡GRACIAS!

Asesores:

Dr. Arnoldo Wong Villarreal

Dr. Orlando López Báez

Dra. Sandra Isabel Ramírez González

Al:

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)

Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Campeche

Dr. Yuri Jorge Peña Ramírez

Facultad de Ciencias Agronómicas

Coordinación y Posgrado de la Fac. de Ciencias Agronómicas de Villafres



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CAMPUS V



Esta tesis titulada ECOFISIOLOGÍA DE SEMILLAS DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) Y ROBLE (*Tabebuia rosea* B.) EN CONDICIONES CONTROLADAS, forma parte del Proyecto de Investigación "Pruebas de progenie y migración de cedro (*Cedrela odorata* L.), primavera (*Roseaodendron donnell-smithii* Miranda) y roble (*Tabebuia rosea* (Bertol) D.C.) del cual se solicitó registro con fecha 02 de junio del 2015 en la Coordinación de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrícolas y cuyo responsable es él Dr. Saúl Espinosa Zaragoza.

Se incluye en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Uso y Conservación de Recursos Naturales, del Cuerpo Académico Agricultura Tropical Ecológica

Se incluye en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Caracterización y Conservación de Recursos Genéticos, del Programa de Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CAMPUS V



Esta tesis titulada ECOFISIOLOGÍA DE SEMILLAS DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) Y ROBLE (*Tabebuia rosea* (Bertol) D.C.) EN CONDICIONES CONTROLADAS, fue realizada por la Ing. WENDY GUADALUPE AGUSTÍN SANDOVAL, bajo la dirección y asesoría del Comité Tutorial indicado, como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL.

COMITÉ TUTORIAL

DIRECTOR

DR. SAÚL ESPINOSA ZARAGOZA

ASESORES:

DR. ORLANDO LÓPEZ BÁEZ
Centro Universidad Empresa-AUDES Cacao

DRA. SANDRA ISABEL RAMÍREZ GONZÁLEZ
Centro Universidad Empresa-AUDES Cacao

DR. ARNOLDO WONG VILLARREAL
Universidad Tecnológica de La Selva



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CAMPUS V



Esta tesis titulada ECOFISIOLOGÍA DE SEMILLAS DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) Y ROBLE (*Tabebuia rosea* (Bertol) D.C.) EN CONDICIONES CONTROLADAS, fue realizada por la Ing. WENDY GUADALUPE AGUSTÍN SANDOVAL, ha sido aprobada por la Comisión Revisora indicada, como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL.

COMISIÓN REVISORA

DR. SAÚL ESPINOSA ZARAGOZA

DR. ORLANDO LÓPEZ BÁEZ

DRA. SANDRA ISABEL RAMÍREZ GONZÁLEZ

DR. ARNOLDO WONG VILLARREAL

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	xiii
RESUMEN.....	xxiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	2
1.2. Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Importancia de la actividad forestal.....	3
2.2 El germoplasma: uso y conservación.....	3
2.2.1 Importancia.....	3
2.2.2 Conservación (diversidad genética).....	4
2.2.3 Usos:.....	5
2.2.3.1 Bancos de germoplasma.....	5
2.2.3.2 Huertos semilleros.....	6
2.2.3.3 Huertos donadores de varetas o estacas.....	6
2.3 Importancia del germoplasma.....	7
2.3.1 Semilla.....	7
2.4 Demanda y oferta de las semillas forestales.....	8
2.5 El papel de la ecofisiología en las áreas forestales.....	9
2.5.1 Ecofisiología vegetal.....	10
2.5.2 Ecofisiología de semillas.....	11
2.6 Condiciones de maduración de las semillas.....	11
2.7 Estructura de la semilla.....	11
2.8 Características de calidad de las semillas.....	14
2.8.1 Germinación.....	15
2.8.2 Viabilidad.....	16
2.8.3 Fotoperiodos.....	17
2.8.3.1 Luz.....	17
2.8.3.2 Temperatura.....	17

2.8.3.3 Humedad	18
2.9 Diferencias genéticas	19
2.10 Cedro (<i>Cedrela odorata</i>).....	19
2.11 Roble (<i>Tabebuia rosea</i>).....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Ubicación Geográfica	22
3.2 Diseño Experimental	23
3.3 Metodología experimental	24
3.3.1 Trabajo en campo	24
3.3.1.1. Material biológico	24
3.3.1.2 Selección de los árboles padre	24
3.3.1.3 Colecta de los frutos y obtención de las semillas.....	27
3.3.2 Trabajo en laboratorio	27
3.3.2.1 Pruebas de calidad inicial	27
3.3.2.2 Pureza.....	28
3.3.2.3 Peso de 100 semillas	28
3.3.2.4 Contenido de humedad (C.H.)	29
3.3.2.5 Germinación.....	30
3.3.2.6 Viabilidad	32
3.4 Intensidad lumínica.....	33
3.5 Humedad.....	33
3.6 Temperatura	33
3.7 Variables medidas	34
3.7.1 Porcentaje de germinación.....	34
3.7.2 Longitud de hipocótilo	34
3.7.3 Longitud de radícula.....	34
3.7.4 Longitud de plúmula (hoja).....	35
3.7.5 Ancho de plúmula (hoja)	35
3.10 Análisis estadístico	35
4. RESULTADOS	36
4.1 Pruebas de calidad inicial.....	36
4.3. Número de semillas germinadas	39
4.4 Luz.....	44

6. CONCLUSIONES.....	69
6. LITERATURA CITADA.....	70
7. APÉNDICE.....	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de tratamientos.....	23
Cuadro 2. Análisis estadístico de calidad de semillas por especies de cedro (<i>Cederela odorata</i> L.) y roble (<i>Tabebuia rosea</i> Bertol).....	37
Cuadro 3. Análisis estadístico de calidad de semillas por especies de cedro (<i>Cederela odorata</i> L.) y roble (<i>Tabebuia rosea</i> Bertol).....	37
Cuadro 4. Análisis estadístico de los niveles de fotoperiodos para cedro (<i>Cedrela odorata</i> Bertol) y roble (<i>Tabebuia rosea</i> Bertol) en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	45
Cuadro 5. Análisis estadístico de la respuesta del crecimiento (cm) por árbol en cedro, al efecto del nivel de fotoperiodo a 16 h.....	47
Cuadro 6. Análisis estadístico de la respuesta del crecimiento (cm) en efecto del fotoperiodo (16 h) por fechas.	49
Cuadro 7. Promedio de temperaturas y humedad relativa	64

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Estructura de las semillas	13
Figura 2. Ubicación de los arboles padre	22
Figura 3. Laboratorio de semillas y recursos genéticos, FCA de Huehuetán.....	23
Figura 4. Árboles seleccionados de <i>C. odorata</i> . A: cedro uno, B: cedro dos y C: cedro tres en Huehuetán, Chiapas.....	25
Figura 5. Árboles padre de <i>T. rosea</i> . A: R45, B: RM1 y C: R83, en Huixtla, Metapa de Domínguez y Mazatán, Chiapas.	26
Figura 6. A: Pureza de las semillas de cedro, B: Diferenciación del tamaño de una semilla pura	28
Figura 7. Estufa de secado.....	29
Figura 8. Prueba de germinación en papel ("taco") de cedro..	31
Figura 9. Tinción de semillas de cedro; semillas de lado izquierdo (viable), semilla de lado derecho (no viable).....	33
Figura 10. Germinación de semillas de cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.) y roble (<i>Tabebuia rosea</i> Bertol), desde la siembra.....	40
Figura 11. Germinación de semillas de cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.) y roble (<i>Tabebuia rosea</i> Bertol), desde la siembra	40
Figura 12. Germinación de semillas de cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.) y roble (<i>Tabebuia rosea</i> Bertol) por niveles de fotoperiodo, desde la siembra	41
Figura 13. Germinación de semillas por árbol en cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.), desde la siembra	41
Figura 14. Germinación de semillas por fotoperiodo en cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.), desde la siembra	42
Figura 15. Germinación de semillas por árbol en roble (<i>Tabebuia rosea</i> Bertol), desde la siembra	43
Figura 16. Germinación de semillas por fotoperiodo en roble (<i>Tabebuia rosea</i> Bertol), desde la siembra	44
Figura 17. Efecto de los niveles de fotoperiodo a 8 h (A) y 12 h (B) en la respuesta al crecimiento por árbol en cedro y roble.	46
Figura 18. Respuesta del crecimiento por fechas: 5 días, 10 días y 15 días; al efecto de los niveles de fotoperiodo a 8 h (A) y 12 h (B).	48
Figura 19. Respuesta del crecimiento en cedro al efecto del nivel del fotoperiodo a 8 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C)..	50
Figura 20. Respuesta del crecimiento en cedro al efecto del nivel del fotoperiodo a 12 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C).	53
Figura 21. Respuesta del crecimiento en cedro al efecto del nivel del fotoperiodo a 16 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C)..	54
Figura 22. Respuesta del crecimiento en roble al efecto del nivel del fotoperiodo a 8 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C).	55

Figura 23. Respuesta del crecimiento en roble al efecto del nivel del fotoperiodo a 12 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C).....	57
Figura 24. Respuesta del crecimiento en cedro por árbol: C1 (A), C2 (B) y C3 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 8 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días. .	59
Figura 25. Respuesta del crecimiento en cedro por árbol: C1 (A), C2 (B) y C3 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 12 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días. .	60
Figura 26. Respuesta del crecimiento en cedro por árbol: C1 (A), C2 (B) y C3 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 16 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días. .	61
Figura 27. Respuesta del crecimiento en roble por árbol: R83 (A), RM1 (B) y R45 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 8 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días..	62
Figura 28. Respuesta del crecimiento en roble por árbol: R83 (A), RM1 (B) y R45 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 12 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días..	63

ÍNDICE DE APÉNDICE

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable pureza.	76
Anexo 2. Análisis de varianza para la variable peso de 100 semillas.	76
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable contenido de humedad.	76
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable germinación.	77
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable viabilidad a los 20 días.	77
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable viabilidad a los 45 días.	77
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable viabilidad a los 60 días.	78
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los tres días, después de la siembra.	78
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los cinco días, después de la siembra.	78
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los ocho días, después de la siembra.	79
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los 11 días, después de la siembra.	79
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los 14 días, después de la siembra.	80
Anexo 13. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los 17 días, después de la siembra.	80
Anexo 14. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los 20 días, después de la siembra.	81
Anexo 15. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los tres días, después de la siembra.	81
Anexo 16. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los cinco días, después de la siembra.	81
Anexo 17. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los ocho días, después de la siembra.	82
Anexo 18. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los 11 días, después de la siembra.	82
Anexo 19. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los 14 días, después de la siembra.	82
Anexo 20. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los 17 días, después de la siembra.	83
Anexo 21. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los 20 días, después de la siembra.	83
Anexo 22. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los tres días, después de la siembra.	83
Anexo 23. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los cinco días, después de la siembra.	84

Anexo 24. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los ocho días, después de la siembra.	84
Anexo 26. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los 14 días, después de la siembra.	85
Anexo 27. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los 17 días, después de la siembra.	85
Anexo 28. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los 20 días, después de la siembra.	85
Anexo 29. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en el nivel de fotoperiodo a 8h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	86
Anexo 30. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en el nivel de fotoperiodo a 8h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	86
Anexo 31. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en el nivel de fotoperiodo a 8h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	87
Anexo 32. Análisis de varianza para la variable AH en el nivel de fotoperiodo a 8h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	87
Anexo 33. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	88
Anexo 34. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	88
Anexo 35. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	89
Anexo 37. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en el nivel de fotoperiodo a 12h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	90
Anexo 38. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en el nivel de fotoperiodo a 12h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	90
Anexo 39. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en el nivel de fotoperiodo a 12h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	91
Anexo 40. Análisis de varianza para la variable AH en el nivel de fotoperiodo a 12h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	91
Anexo 41. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	92

Anexo 42. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	92
Anexo 43. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	93
Anexo 44. Análisis de varianza para la variable AH en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	93
Anexo 45. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	94
Anexo 46. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	94
Anexo 47. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	95
Anexo 48. Análisis de varianza para la variable AH en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	95
Anexo 49. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	96
Anexo 50. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	96
Anexo 51. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	97
Anexo 52. Análisis de varianza para la variable AH en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	97
Anexo 53. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	98
Anexo 54. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	98
Anexo 55. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	98
Anexo 56. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	98

Anexo 57. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	99
Anexo 58. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	99
Anexo 59. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	99
Anexo 60. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	99
Anexo 61. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	100
Anexo 62. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	100
Anexo 63. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	100
Anexo 64. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	100
Anexo 65. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	101
Anexo 66. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	101
Anexo 67. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	101
Anexo 68. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	101
Anexo 69. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	102
Anexo 70. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	102

Anexo 71. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	102
Anexo 72. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	102
Anexo 73. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	103
Anexo 74. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	103
Anexo 75. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	103
Anexo 76. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	103
Anexo 77. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	104
Anexo 78. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	104
Anexo 79. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	104
Anexo 80. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	104
Anexo 81. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	105
Anexo 82. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	105
Anexo 83. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	105
Anexo 84. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	105

Anexo 85. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	106
Anexo 86. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	106
Anexo 87. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	106
Anexo 88. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	106
Anexo 89. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	107
Anexo 90. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	107
Anexo 91. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	107
Anexo 92. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	107
Anexo 93. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	108
Anexo 94. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	108
Anexo 95. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	108
Anexo 96. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	108
Anexo 97. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	109
Anexo 98. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	109

Anexo 99. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	109
Anexo 100. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	109
Anexo 101. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	110
Anexo 102. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	110
Anexo 103. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	110
Anexo 104. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	110
Anexo 105. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	111
Anexo 106. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	111
Anexo 107. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	111
Anexo 108. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	111
Anexo 109. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	112
Anexo 110. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	112
Anexo 111. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	112
Anexo 112. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	112

Anexo 113. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	113
Anexo 114. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	113
Anexo 115. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	113
Anexo 116. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los cinco días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	113
Anexo 117. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los cinco días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	114
Anexo 118. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.	114
Anexo 119. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	114
Anexo 120. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los cinco días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	114
Anexo 121. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los cinco días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	115
Anexo 122. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	115
Anexo 123. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	115
Anexo 124. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	115
Anexo 125. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	116
Anexo 126. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	116

Anexo 127. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	116
Anexo 128. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	116
Anexo 129. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	117
Anexo 130. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	117
Anexo 131. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	117
Anexo 132. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	117
Anexo 133. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	118
Anexo 134. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	118
Anexo 135. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	118
Anexo 136. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	118
Anexo 137. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	119
Anexo 138. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	119
Anexo 139. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	119
Anexo 140. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	119

Anexo 141. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	120
Anexo 142. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	120
Anexo 143. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	120
Anexo 144. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	120
Anexo 145. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	121
Anexo 146. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	121
Anexo 147. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	121
Anexo 148. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	121
Anexo 149. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	122
Anexo 150. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	122
Anexo 151. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.....	122

RESUMEN

Cedrela odorata y *Tabebuia rosea*, dos especies importantes con potencial, producidas en la Costa de Chiapas. Se requiere investigación para asegurar su conservación y aprovechamiento. La presente investigación ayuda a emplear técnicas para medir la calidad de semillas, contribuyendo al rescate de esta especie forestal regional, aportando una metodología para su propagación segura y ayudar con el desarrollo y fortalecimiento de las plantaciones forestales. Debido a que las semillas son el punto de partida para la producción y es indispensable que tenga una buena respuesta en las condiciones de siembra y que produzca plántulas vigorosas, para alcanzar el máximo rendimiento, contribuyendo significativamente a mejorar su producción en términos de calidad y rentabilidad. Cedro se caracteriza por el color y fragancia de su madera, el caso de *Tabebuia* teñirla y trabajarla es fácil, además del atractivo de las flores. Ambas especies se distribuyen en una gran diversidad de ambientes lo cual ha propiciado una alta cantidad de ecotipos, producto de procesos de domesticación y adaptación a condiciones climáticas muy particulares. El objetivo del trabajo fue identificar la respuesta de las semillas durante su germinación a niveles diferentes de luz, temperatura y humedad. Se seleccionaron árboles padre, las semillas fueron colectadas de la floración 2014-2015, se realizaron pruebas básicas de calidad de semillas (Peso de 100 semillas, Pureza, Contenido de Humedad, Germinación y Viabilidad con TZ). Los factores que se evaluaron son Temperatura, Humedad y Luz (niveles de luz: 12 h, 8 h y 16h, más el ambiente). Durante la germinación se midieron las variables siguientes: germinación (%), longitud hipocótilo (cm), longitud radícula (cm), longitud y ancho de plúmula (cm). Existe respuesta al fotoperiodo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre ambas especies y entre duración de exposición a la luz. Así mismo, se encontraron diferencias significativas entre los árboles de cada especie y los fotoperiodos. La temperatura óptima encontrada fue de 28 °C, comportándose de la misma forma en las dos condiciones (de fotoperiodos y ambiente).

Palabra clave: *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, calidad de semillas, germinación y fotoperiodo

1. INTRODUCCIÓN

Procesos como el control del crecimiento, reproducción, supervivencia, abundancia, distribución geográfica y la forma en que estos procesos son afectados por las interacciones entre las plantas con su ambiente biótico y abiótico son aspectos tratados por la ecofisiología. Estos patrones y mecanismos pueden ayudarnos a entender el significado funcional de caracteres específicos presentados por las plantas.

Las regiones tropicales presentan un gran interés desde el punto de vista ecofisiológico ya que las peculiares características de estos ambientes climáticos extremos han constituido un escenario muy especial para la evolución de adaptaciones morfológicas y fisiológicas, muy particulares, en los organismos que las habitan. En estos ecosistemas tropicales se conjugan varios factores de estrés que influyen en las diferentes etapas del ciclo de vida de las plantas, y ejercen sus efectos sobre los procesos poblacionales.

El foco central de todos estos procesos es la capacidad para desarrollarse y crecer en condiciones de baja energía térmica y bajas presiones parciales de dióxido de carbono durante todo el año, aunado a la baja disponibilidad hídrica durante la época seca. A pesar de la baja temperatura del aire (baja energía térmica) la cantidad de energía solar que alcanza la superficie es muy alta, especialmente en días despejados. Esto conlleva, a que las plantas muestren características morfológicas dirigidas a la protección contra esta alta intensidad lumínica y consecuentes altas temperaturas que puedan producir un sobrecalentamiento, y a su vez efectos negativos sobre procesos metabólicos y/o de intercambio de gases.

En este sentido como bien sabemos la semilla es un componente vital de la dieta del hombre y los animales en todo el mundo. Por tanto, no es sorprendente que los estudios de biología de las semillas sean uno de los más investigados dentro del campo de la fisiología de las plantas. La germinación de las semillas tiene una gran diversidad de comportamiento ante las distintas condiciones ambientales. El comportamiento heterogéneo de las semillas se atribuye fundamentalmente a diferencias genéticas, a las condiciones de maduración, al tamaño de las semillas, etc.

Por consiguiente, existe poco conocimiento sobre aspectos ecofisiológicos de las semillas y menos aún sobre los estímulos ambientales a los que puede responder durante su germinación.

Es por ello el interés de querer estudiar *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*, dos especies importantes con potencial, de las más importantes en la Costa de Chiapas, e importantes por distribución y presencia en los sistemas agroforestales, se han distribuidos en una gran diversidad de ambientes que ha propiciado una alta cantidad de tipos o cultivares, producto de procesos de domesticación y adaptación a condiciones climáticas muy particulares.

Por tanto como objetivo se tiene analizar las respuestas de las semillas durante su germinación con diferentes niveles de intensidad lumínica, temperatura y humedad. Con ello se pretende brindar soluciones prácticas (sencillas y rápidas) para resolver los principales problemas que presentan los investigadores y productores de semillas en algún otro tema de interés ecofisiológicos vegetal, que este estudio ecofisiológico contribuya a mejorar la producción en cantidad y calidad, se pueda producir de manera eficiente, asistir al mejoramiento genético vegetal a través de la identificación de rasgos morfo-fisiológicos relevantes y proveer un marco conceptual para el desarrollo de modelos para estudios de los sistemas de producción.

1.1. Objetivo

Identificar la respuesta de las semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) y roble (*Tabebuia rosea* (Bertol) D.C.) durante su germinación a niveles diferentes de intensidad lumínica, temperatura y humedad.

1.2. Hipótesis

Las semillas de cedro (*C. odorata*) y roble (*T. rosea*) tienen respuestas diferentes a los factores de intensidad lumínica, temperatura y humedad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia de la actividad forestal

El recurso forestal de México, compuesto por varios centenares de especies ha sido sometido a un aprovechamiento paulatino desde hace miles de años, este hecho imperceptible en un país de 20 millones de habitantes se ha convertido en totalmente perceptible cuando sus habitantes rebasan los 100 millones, cuya expresión máxima es la pérdida de diversidad genética que trae como resultados bajas posibilidades de adaptación a los cambios a los que necesariamente se ven sometidas las especies debido a los efectos del calentamiento global y cambio climático. Esto debido a que la baja diversidad disminuye la construcción de estrategias naturales para su desarrollo bajo estos cambios (Moreno *et al.*, 2014).

2.2 El germoplasma: uso y conservación

CONAFOR (2012) describe el termino germoplasma forestal como cualquier parte de las plantas de los bosques, selvas y semidesiertos que puede generar otra nueva planta, puede ser a través de semillas, estacas, rebrotes, puntas, hijuelos, entre otros.

En lenguaje científico: Germoplasma Forestal, parte o segmento de la vegetación forestal, capaz de originar un nuevo individuo mediante la reproducción sexual a través de semillas o asexual que incluye estacas, estaquillas, yemas, hijuelos, esquejes, bulbos, meristemas, entre otros (Cuevas-Velázquez *et al.*, 2012).

2.2.1 Importancia

La conservación de los recursos genéticos forestales es fundamental. La variación genética es la base de la evolución y el catalizador para que las especies se adapten a los cambios del medio ambiente. Los recursos genéticos forestales contenidos en las poblaciones y los genes de los millares de especies arbóreas del mundo son únicos e irremplazables (Aparicio-Rentería, 2013).

Cuando se pierde la variación genética por la destrucción del hábitat o producción intensiva, las generaciones sucesivas son menos capaces de responder a las

condiciones adversas como la contaminación atmosférica, el cambio climático, las plagas y enfermedades.

Los recursos genéticos forestales son inestimables para la humanidad: no sólo como proveedores de productos y servicios y en su ayuda al desarrollo económico, sino también por su potencial inexplorado en campos tales como la investigación médica. A pesar del elevado número de especies que ya se utilizan, menos de 500 han sido estudiadas sistemáticamente por su utilidad actual y su potencial.

2.2.2 Conservación (diversidad genética)

Pérez *et al.* (2014) mencionan que la diversidad genética es uno de los principios básicos de la gestión forestal sostenible. La alta variabilidad genética de las especies forestales es responsable de los procesos de adaptación ante factores bióticos y abióticos extremos que, a su vez, aseguran la persistencia frente a los riesgos a los que están sometidas las masas forestales.

La conservación *ex situ* de los recursos genéticos de árboles forestales trata principalmente del muestreo y el mantenimiento de la mayor cantidad posible de variación genética que existe dentro de y entre las poblaciones de las especies seleccionadas como objetivos. La conservación *ex situ* requiere niveles importantes de intervención humana, ya sea en forma de recolecciones simples de semillas, almacenamiento y plantaciones de campo o de métodos más intensivos de mejoramiento genético y fitomejoramiento. A diferencia de los viveristas de cultivos agrícolas, los viveristas forestales no pueden producir rápidamente nuevas variedades, ni pueden producir con prontitud nuevas variaciones entre poblaciones.

Por ello, la diversidad genética existente entre poblaciones es importante y fundamental para la conservación de los recursos genéticos forestales, especialmente porque puede referirse al mantenimiento a largo plazo de la diversidad genética en poblaciones viables. Esto sugiere también que hay que dar una atención especial a la conservación de la variación genética intraespecífica en poblaciones periféricas o aisladas, porque podrían poseer niveles superiores de características tales como resistencia a la sequía, tolerancia a diversas condiciones del suelo (Sterne y Roche 1974), o rasgos que ayudarán a protegerlas del futuro cambio climático (Muller-Starck y Schubert 2001).

2.2.3 Usos:

2.2.3.1 Bancos de germoplasma

Los bancos de germoplasma son los sitios de conservación de material biológico por excelencia, cuyo objeto es la conservación de la biodiversidad. Son recintos clave para evitar que se pierda la diversidad genética por la presión de factores ambientales, físicos y biológicos, y las actividades humanas (CICY, 2013).

La constitución de bancos de germoplasma es relativamente reciente a nivel mundial. Podríamos decir que inicia en 1894 cuando Nicolai Vavilov, científico ruso, describiera los centros de origen de la agricultura. Vavilov llamó la atención señalando la importancia que tiene la conservación de los ancestros de plantas cultivadas como fuentes de variación para el fitomejoramiento.

En nuestro país, en 1960 con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011) se establece el primer banco de germoplasma forestal, en el entonces Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Hace unas semanas, se anunció la puesta en marcha el Centro Nacional de Recursos Genéticos, que es un banco de germoplasma de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA) en Tepatlán, Jalisco. Este banco se suma a algunos existentes en el país, dentro de los cuales resalta el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ubicado en Texcoco, Estado de México. Asimismo, se ha anunciado la creación del Banco de Germoplasma del Parque Científico y Tecnológico de Yucatán.

CONAFOR (2015) menciona que los bancos de germoplasma son depósitos especializados que a través de técnicas apropiadas, garantizan el aprovechamiento y la provisión de semillas forestales a mediano y largo plazo. Son sitios donde se realizan procesos de limpieza y almacenamiento de germoplasma forestal, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, así como el análisis de sus características para conservar su potencial germinativo.

Qué cuyo objetivo principal de los bancos de germoplasma forestal es mantener la calidad genética y fisiológica de las semillas. Constituyen los principales centros de análisis y almacenamiento óptimo para la conservación, a fin de asegurar la producción de planta de los viveros forestales (Espinosa *et al.*, 2012).

2.2.3.2 Huertos semilleros

Los huertos semilleros representan poblaciones de producción de semillas en los que la ganancia genética lograda de los árboles seleccionados en los programas de mejora se destina a los forestadores en forma de semillas genéticamente mejorada (Venturini y López, 2010).

Sotolongo *et al.* (2010) definen que un huerto semillero es una plantación de clones o progenies que han sido seleccionados intensivamente con base en ciertas características de importancia económica, aisladas o manejadas para reducir contaminación de polen de árboles inferiores y manejada intensivamente para aumentar la producción de semilla y facilitar su recolección.

Zobel y Talbert, (1988), citado por Mendizábal-Hernández y *col.* (2009), señalaron que el establecimiento de huertos semilleros, desde el punto de vista silvícola, tiene como objetivo la obtención de semillas para el establecimiento de plantaciones con ganancias genéticas a mediano plazo y que resultan de lo más rentables en términos de inversión y tiempo, sobre todo si consideramos la precocidad mostrada por esta especie y en particular la prueba genética en estudio.

2.2.3.3 Huertos donadores de varetas o estacas

CONAFOR (2013), considera a los huertos donadores de varetas o estacas como huerto semillero asexual (HSA), el cual es establecido a partir de material vegetativo como son: estacas, varetas, yemas, que se emplean en técnicas de injertado, acodos aéreos, enraizamiento de estacas o cultivos *in vitro* (plántulas obtenidas por cultivo de tejidos); de individuos selectos, establecidos en áreas aisladas, en condiciones favorables para la floración y manejadas para la máxima producción de semilla.

Es el que más se utiliza operativamente. Para evitar riesgos de autofecundación, los clones deben tener una equidistancia de 20 metros. Una de las características de los huertos asexuales (clonales) es que se busca maximizar la producción de semillas, haciendo énfasis en el desarrollo de las copas, lo que se logra mediante un espaciamiento amplio. El establecimiento de un huerto semillero clonal debe estar precedido, o al menos, seguido lo antes posible, por el establecimiento de pruebas de progenie (Antonio-Bautista, 2007).

El método de establecimiento más común es mediante injertos; sin embargo, su desventaja es el laborioso trabajo que involucra la recolección de yemas y su injerto, el mantenimiento de los *ramets* (las yemas injertadas ya en el patrón) saludables antes de plantarlos y problemas de incompatibilidad entre el patrón y el injerto.

2.3 Importancia del germoplasma

2.3.1 Semilla

La semilla es la principal forma de reproducción de las especies forestales maderables (reproducción sexual). La reproducción sexual favorece la diversidad genética, al existir recombinación de genes en el proceso de meiosis, esta diversidad ayuda a la preservación y evolución natural de las especies; además, permite el desarrollo de programas de mejoramiento genético (Prieto y López, 2006).

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica. En la naturaleza, la semilla es una fuente de alimento básico para muchos animales. También, mediante la producción agrícola, la semilla es esencial para el ser humano, cuyo alimento principal está constituido por semillas, directa o indirectamente, que sirven también de alimento para varios animales domésticos. Las semillas pueden almacenarse vivas por largos períodos, asegurándose así la preservación de especies y variedades de plantas valiosas (Vargas *et al.*, 2015).

Doria (2010) menciona que las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen, siendo uno de los elementos más eficaces para que esta se disperse en tiempo y espacio. Constituyen el mecanismo de perennización por el que las plantas perduran generación tras generación. Son también la unidad móvil de la planta.

Las semillas son el medio a través del cual, aún de manera pasiva, las plantas encuentran nuevos sitios y microambientes. En todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla para su éxito. Las semillas son el punto de partida para la producción y es indispensable que tenga una buena respuesta en las condiciones de siembra y que produzca plántulas vigorosas, para alcanzar el máximo rendimiento.

para tales propósitos de especies locales (Márquez y Alba-Landa, 2003), por lo que debemos avanzar hacia la implementación de un sistema de producción de semillas en dos sentidos, primero de calidad biológica y luego de calidad genética mediante el conocimiento del ciclo reproductivo de las especies y su ubicación en el tiempo, es decir su fenología reproductiva.

2.5 El papel de la ecofisiología en las áreas forestales

La actividad forestal dedica buena parte de sus miras y esfuerzos a la conservación y gestión de los árboles, cuyos diversos usos se ejercitan en un marco ecológico, que los condiciona y debe presidirlos, y en el que los vegetales son actores principales. En su actuación, las plantas interactúan con el ambiente y el estudio de esa interacción constituye el ámbito de la Ecofisiología (Shibata *et al.*, 2012).

Por tanto, es apropiada la incorporación de tal disciplina, con nombre propio. Los procesos vitales, los mecanismos en ellos implicados, la postulación de las funciones que permiten hacer predicciones de los fenómenos vitales, constituyen objeto de la Fisiología Vegetal. Esos mecanismos fisiológicos se dan en un ambiente determinado y la Ecofisiología se sitúa en la interfase Fisiología-Ecología para preguntarse sobre los controles que el ambiente ejerce sobre el crecimiento, la supervivencia, la reproducción, la competencia, abundancia y distribución geográfica, para ayudarnos a entender la significación funcional y la evolución de los caracteres de las plantas (Flores, 2010). La Ecología "plantea las preguntas y la Fisiología suministra las herramientas para su contestación". Se trata, por consiguiente, de una ciencia experimental que aplica metodologías comunes con la Fisiología, aunque requiere también la participación de otras propias de la Bioquímica, Biología Molecular y Biofísica, a las que hay que añadir los aspectos aplicados, en nuestro caso vinculados al ámbito forestal y al conjunto de materias integradas en las Ciencias Forestales y disciplinas coadyuvantes (Hernández *et al.*, 2003; Zapata y Hasbun, 2011).

Las interacciones con los factores bióticos y abióticos pueden considerarse filtros que determinan la presencia de una especie en una estación determinada, que se unen a los filtros históricos que han permitido su llegada, tras la cual se reduce la presencia inicial, que sólo mantienen aquellas especies cuya eficacia biológica les permite llevar a cabo con éxito las funciones vitales (LAMBERS *et al.*, 1998). Y ello, con cambios en el clima y en el suelo, que se unen a los derivados de las acciones antropogénicas, las cuales a su vez contribuyen a la alteración de los primeros.

En el ámbito forestal, la gestión silvícola de las masas arbóreas implica acciones técnicas en condiciones de habitación no siempre óptimas para las plantas. Ello conduce a estrés con reducción de la tasa de los procesos fisiológicos, lo que se traduce en menor crecimiento y otras alteraciones del desarrollo. La evitación y la tolerancia constituyen formas de respuesta ante situaciones de estrés y los términos de endurecimiento, aclimatación y adaptación se usan, con diferente escala temporal y espacial, también de matices en su aplicación, para designar respuestas al estrés (LEVITT, 1980). A ellos se une el concepto de plasticidad fenotípica que amplía y trasciende al de interacción genotipo x ambiente (SULTAN, 2000; citado por Pardos, 2004).

2.5.1 Ecofisiología vegetal

La Ecofisiología Vegetal o también Fisiología Vegetal Ambiental es una disciplina joven, que ha sufrido un espectacular desarrollo en la última década. Sus objetivos tienen que ver con la comprensión de las relaciones entre las plantas y el medio, incluyendo tanto las respuestas a los factores abióticos como las relaciones bióticas, siempre desde una perspectiva realista (Reigosa *et al*, 2004).

La ecofisiología, estudia los fenómenos fisiológicos fuera del laboratorio, en su medio ambiente natural, el cual está sujeto a cambios y alteraciones, como resultado de fenómenos naturales o producto de la actividad humana. En este sentido, podemos mencionar por ejemplo el aumento significativo de la concentración atmosférica de CO₂ por efecto de la actividad industrial, la quema de combustibles fósiles y el calentamiento global de la atmósfera. Este factor es difícilmente controlable, como se podría hacer al estudiar las variaciones en la concentración de CO₂ sobre la fotosíntesis, lo cual es estudiado por la fisiología vegetal, bajo condiciones de laboratorio. Las plantas en su medio ambiente natural responden a las variaciones de temperatura, intensidad de luz, humedad, concentraciones de CO₂, lo cual depende de sus adaptaciones fisiológicas (Mápula *et al.*, 2008; Meza, 2009).

La ecofisiología debe considerarse desde los procesos moleculares que ocurren a nivel celular, como del funcionamiento de la planta intacta en un contexto ambiental. Un aspecto relevante en el desarrollo de la ecofisiología se obtuvo de la importancia de la fisiología para la agricultura. Incluso hoy en día, la productividad agrícola en países industrializados está limitada al 25% de su potencial, por condiciones de sequía, suelos infértiles y otros factores ambientales indeseables. Uno de los objetivos principales de las investigaciones agrícolas, ha sido el desarrollar cultivos tolerantes a estados ambientales estresantes, de tal manera que soporten

condiciones climáticas adversas o que se puedan cultivar en hábitat desfavorables. Así se han desarrollado variedades de plantas tolerantes a la salinidad o que soporten el estrés hídrico (Gómez et al., 2006; Alderete y de la Cruz, 2005).

2.5.2 Ecofisiología de semillas

La ecofisiología de las semillas es en parte una respuesta adaptativa de las plantas a su hábitat natural. Las características y respuestas ecofisiológicas de las semillas están fuertemente asociadas al tipo de ambiente en que habitan las plantas (Figuroa et al., 2004).

La germinación de las semillas tiene una gran diversidad de comportamiento ante las distintas condiciones ambientales. El comportamiento heterogéneo de las semillas se atribuye fundamentalmente a diferencias genéticas, a las condiciones de maduración, al tamaño de las semillas, a la intensidad de la dormancia, etc. (Alía et al., 2005; Mordoqueo, 2005).

2.6 Condiciones de maduración de las semillas

Doria (2010) considera que la maduración de las semillas se da cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico. La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de las semillas se han completado, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. La madurez se suele lograr sobre la misma planta; sin embargo, existen algunas especies que diseminan sus semillas antes de que se alcancen. Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar, porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas.

2.7 Estructura de la semilla

Las semillas son un paquete único que contiene las estructuras esenciales para una nueva plántula y los nutrientes para soportar el crecimiento temprano. Este paquete es construido durante el periodo de maduración, después del cual la semilla entra en un periodo de latencia, seguido por un proceso de reactivación conocido como germinación. Cada etapa de la secuencia es crítica para el óptimo desempeño de la semilla (Padilla, 2010; Pece et al., 2014).

Una semilla totalmente desarrollada consta de un embrión rodeado por tejido nutritivo, todo esto encerrado en una cubierta protectora (testa).

Vozzo (2010) señala que el embrión es una planta en miniatura, contiene las versiones rudimentarias de las estructuras básicas necesarias por las nuevas plántulas para crecer y desarrollarse: hojas primarias (cotiledones), raíces primarias (radícula), el tallo bajo los cotiledones (hipocótilo) y el tallo sobre los cotiledones (epicótilo).

Las regiones de crecimiento (meristemos) se localizan en la base de los cotiledones y detrás de la punta de la raíz están las fuentes de nuevas células para el crecimiento. El embrión contiene el material genético de la nueva plántula. El embrión es el producto de la fertilización o la unión del huevo procedente del parental femenino con el esperma contenido en el polen masculino. Tanto el parental femenino como el parental masculino contribuyen con un cromosoma sencillo complementándose el huevo con el esperma. Una semilla madura, por lo tanto, tiene 2N o doble cromosoma complementario (Steiner *et al.*, 2009).

El tejido nutritivo proporciona el suplemento energético y el material crudo necesario para la germinación del embrión. Este tejido mantiene el desarrollo de las plántulas hasta que hay fotosíntesis y el sistema de circulación de agua está apto para soportar el crecimiento. Contiene vitaminas, reguladores de crecimiento vegetal, minerales y varios componentes orgánicos, todos esenciales para el crecimiento normal del embrión (Nieto, 2005; Morales y Herrera, 20010).

Los tejidos nutritivos de las semillas de coníferas (gimnospermas) y de semillas de árboles de hoja ancha (angiospermas) difieren en varios aspectos importantes, sin embargo, ambos tipos de tejidos desempeñan la misma función.

En coníferas, el tejido nutritivo es conocido como megagametofito y contiene una gran proporción de sales y proteínas. El tejido deriva totalmente del parental femenino y tiene un complemento cromosómico sencillo (1N). El tejido nutritivo de las semillas de las coníferas está físicamente separado y el alimento se mueve del megagametofito al embrión por difusión.

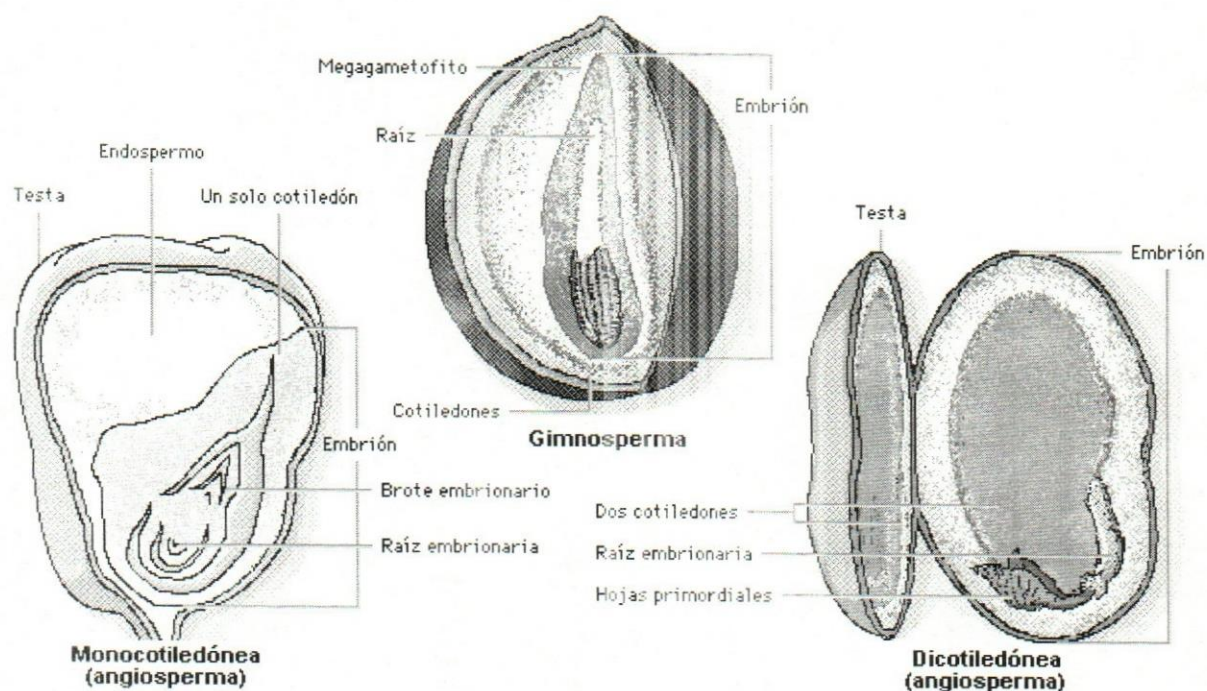


Figura 1. Estructura de las semillas (Salomón y Báez, 2013).

El tejido nutritivo de las semillas de angiospermas es llamado endospermo y lleva un complemento cromosómico $3N$. Es producido por la unión de un juego de cromosomas derivados del parental masculino y de dos juegos derivados del parental femenino. Muchas semillas de angiospermas almacenan la mayor parte de los alimentos en los cotiledones. La estructura de las semillas de angiospermas permite la transferencia directa de los suplementos alimenticios del endospermo o cotiledones debido a que están físicamente unidos al embrión (Rodríguez, 2001; Venturini, 2010).

La testa o cubierta de protección proporciona protección física al embrión y tejidos nutritivos. Además, regula el movimiento de agua, oxígeno y dióxido de carbono dentro y fuera de la semilla. En varias especies, la testa tiene protuberancias membranosas llamadas alas que sirven en la dispersión por aire de las semillas maduras. En algunas especies el ala puede ser separada fácilmente de la semilla pero en otras especies el ala no puede ser separada sin dañar la semilla. En otras especies se pueden encontrar vesículas de resina en la testa, Estas semillas pueden ser dañadas por un manejo inadecuado (Xotla, 2005; Rodríguez, 2007).

La testa tiene un complemento cromosómico $2N$. Se desarrolla de los tejidos (integumentos) del árbol parental femenino que rodean el óvulo antes de la fertilización. La apertura (micrópilo) a través de la cual entra el polen hacia el óvulo

permanece como un área frágil en la cubierta. Durante la germinación, se presenta una elongación del embrión y la degradación del tejido nutritivo asiste a la radícula para emerger a través del micrópilo. Las semillas varían grandemente en tamaño, color y forma.

2.8 Características de calidad de las semillas

Alía (2005) define a calidad como la “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”. Por tanto, cuando nos referimos a la calidad genética de los materiales de base y de los de reproducción, hemos de analizar cuáles son las propiedades o características genéticas que difieren entre los distintos materiales, y cómo éstas pueden hacerlos mejores o peores para su uso en repoblaciones forestales, dependiendo de la finalidad en que se empleen. Es necesario resaltar que las normativas sobre comercialización de materiales de reproducción no establecen que el material *controlado* sea, necesariamente, de mejor o peor calidad que un material *identificado*, tan sólo se refiere al nivel y cantidad de información disponible del material. La calidad depende, entre otras cosas, del objetivo de la repoblación en que se utilicen, de las características de los materiales tanto fenotípicas (por ejemplo, pureza, germinación) como genéticas (tipo de selección realizada, variabilidad), y de la adecuación del sitio donde se produjo el material al sitio donde se va a emplear.

Una de las principales habilidades en operaciones de emergencia es el suministro de semilla de calidad de las plantas y variedades adecuadas a los productores de manera oportuna, a fin de incrementar su seguridad en materia de semillas y su seguridad productiva. La calidad de las semillas es crítica para la producción agropecuaria; una semilla pobre limita el potencial de rendimiento y reduce la productividad de la mano de obra del productor (FAO, 2011).

Hay cuatro parámetros básicos para las características de calidad de semillas:

- Calidad física de la semilla en el lote de semillas específico;
- Calidad fisiológica, la cual se refiere a aspectos del desempeño de la semilla;
- Calidad genética, la cual se relaciona a las características genéticas específicas de la variedad de semilla;
- Sanidad de las semillas, la cual se refiere a la presencia o ausencia de enfermedades o plagas dentro del lote de semillas.

FAO (2011) señala que cuando la semilla tiene buenas cualidades físicas, fisiológicas, sanitarias y genéticas, los productores tienen mayores perspectivas de producir una planta saludable con rendimientos mejorados. Una semilla de alta calidad es un factor muy importante para la obtención de una siembra con buena población y un rápido desarrollo de plantas aún bajo condiciones adversas, aunque otros factores como la lluvia, las prácticas agronómicas, la fertilidad del suelo y el control de plagas también son cruciales.

Es esencial en operaciones de beneficio en materia de semillas enviar una variedad adecuada de las plantas y semillas de buena calidad a los productores en el momento oportuno para mejorar su seguridad productiva, en lugar de contribuir inconscientemente a la inseguridad productora mediante el suministro de semillas de mala calidad. Una de las maneras mediante la cual las organizaciones de auxilio le han prestado atención al aspecto de calidad de las semillas, es insistiendo en los análisis de germinación y pureza de las semillas por parte de los proveedores de semillas. Sin embargo, estos análisis iniciales pueden no ser suficientes para garantizar que la semilla tenga buena calidad cuando le llegue al productor. Las demoras en el envío de las semillas y como son almacenadas las semillas (en tránsito y en el destino final) pueden tener efectos negativos dramáticos sobre las semillas. Por esta razón, también puede ser necesario verificar la calidad de las semillas inmediatamente antes de su envío a los productores (Barradas, 2011; CONAFOR, 2011; Bustamante *et al.*, 2012).

2.8.1 Germinación

Jara (1996) citado por Ochoa *et al.* (2009) indicó que la germinación de las semillas es el inicio de la regeneración de las plantas. En el medio natural es un proceso dinámico en el que nuevos individuos se incorporan a la población reproductiva a medida que otras desaparecen como resultado de la mortalidad natural (Harper, 1977). Es el proceso que produce una nueva plántula a partir de la semilla. En la germinación de la semilla, la reanudación del crecimiento activo del embrión es demostrado por la prominencia de la radícula.

En la naturaleza, cuando el medio no es favorable para el desarrollo vegetativo a causa de una escasa disponibilidad de humedad, aireación o por una temperatura u otras condiciones del medio poco adecuadas, el organismo genera una respuesta fisiológica tal que impide su crecimiento, buscando preservar las semillas y regular la germinación de manera que coincida con períodos del año en que las condiciones naturales son favorables para la supervivencia de las plántulas. Estos mecanismos

son en particular importantes para plantas que crecen en donde ocurren condiciones ambientales extremas, como en los desiertos o en las regiones frías, en donde las condiciones ambientales, después de la diseminación de las semillas, pueden no ser favorables para la germinación inmediata (Hartmann y Kester 1988, Willan 1991).

Para terminar con la latencia, algunas semillas necesitan estar húmedas y someterse a bajas temperaturas por un período de varios meses, esta condición se podría cumplir en lugares donde cae nieve en invierno. En zonas áridas, en ciertas especies, las semillas sólo germinan si se presenta una lluvia lo suficientemente abundante para asegurar el establecimiento de las plántulas.

Otras especies requieren de iluminación para germinar, evitando así que el proceso se desarrolle cuando las semillas están enterradas profundamente o están muy sombreadas por otras plantas (Patiño *et al.* 1983, Willan 1991; citado por Negreiros *et al.*, 2010).

En resumen, la latencia de las semillas termina cuando existe algún estímulo ambiental que anuncie que las condiciones son favorables para el desarrollo de la planta.

Germinación. Iniciación del crecimiento activo de todas las partes embrionarias necesarias requeridas para un establecimiento exitoso de la plántula. En un análisis de semillas, es considerada como la emergencia y desarrollo desde la semilla, de las estructuras esenciales que indican la habilidad del embrión para desarrollar una planta normal bajo condiciones de campo favorables (FAO, 2011).

2.8.2 Viabilidad

La viabilidad puede definirse como “la calidad de una semilla de ser potencialmente capaz de germinar”, y en este sentido se considera que una semilla capaz de germinar es una semilla viva, por lo que una semilla no viable será una semilla muerta. Para una población o lote de semillas, la viabilidad es la fracción de semillas que están vivas, por ejemplo, aquellas que se dan en los procesos metabólicos, aunque en forma lenta. Algunas veces la viabilidad se emplea como sinónimo de vigor para indicar la habilidad del embrión para germinar y continuar el desarrollo (Jara 1996; citado por Ochoa *et al.* 2009).

Doria (2010) describe a la viabilidad de la semilla como el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y las condiciones de almacenamiento. Atendiendo a la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que estas permanecen viables, puede haber semillas que germinan todavía después de decenas o centenas de años, con una cubierta seminal dura, como es el caso de las leguminosas. Una semilla será más longeva cuando menos activo sea su metabolismo. Esto a su vez origina una serie de productos tóxicos, que al acumularse en las semillas produce efectos letales para el embrión.

Las bajas temperaturas dan lugar a un metabolismo mucho más lento, por lo que las semillas conservadas en esas condiciones viven más tiempo que a temperatura ambiente.

La deshidratación también alarga la vida de la semilla, más que si se conservan a humedad normal, pero la desecación tiene sus límites, por debajo del 2-5 % en humedad se ve afectada el agua de constitución de la semilla, siendo perjudicial.

2.8.3 Fotoperiodos

2.8.3.1 Luz

En condiciones naturales, la semilla de árboles y arbustos frecuentemente es tapada por la hojarasca y germina sin luz; sin embargo, la luz estimula la germinación de la semilla de muchas especies. El efecto de ésta, depende de las condiciones internas de la semilla y los factores del medioambiente en que germinará (Azócar y García, 2000; Meza, 2009).

2.8.3.2 Temperatura

La germinación ocurre en un cierto margen de temperatura, cuya amplitud y valores absolutos dependen de cada especie. El régimen térmico juega un papel importante en la germinación, pues determina el nivel de las relaciones bioquímicas, así como la imbibición e intercambio gaseoso. Para que ocurra la germinación también se requiere que la temperatura sea la adecuada.

Doria (2010) menciona que la temperatura es un factor decisivo en el proceso de germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las

reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio.

Por ello, las semillas solo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar, aunque las demás condiciones sean favorables. La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce, y la máxima aquella por encima de la cual se anula igualmente el proceso. La temperatura óptima, intermedia entre ambas, puede definirse como la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible (Cuevas-Velázquez et al., 2011).

Las semillas de especies tropicales suelen germinar mejor a temperaturas superiores a 25°C. Por otra parte, la alternancia de las temperaturas entre el día y la noche actúan positivamente sobre las etapas de la germinación, por lo que el óptimo térmico de la fase de germinación y crecimiento no tiene por qué coincidir. Así, unas temperaturas estimularían la fase de germinación y otras la decrecimiento.

2.8.3.3 Humedad

El agua es un factor limitante en la germinación, cuando se coloca una semilla en un medio húmedo, ésta se hidrata pues absorbe el agua por imbibición debido a que la semilla tiene un bajo potencial osmótico; al hidratarse la semilla, se activan las enzimas hidrolíticas existentes en sus células y se movilizan las sustancias de reserva acumuladas en los cotiledones o en el endospermo.

Doria (2010) describe a la humedad en las semillas como un factor externo donde considera que la absorción de agua es el primer paso y el más importante que tiene lugar durante la germinación, porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos. La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea. En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal, siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico.

Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de ella actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión.

2.9 Diferencias genéticas

La pérdida de aproximadamente el 0.5% anual de la superficie forestal en México (FAO, 2007) pone en riesgo la existencia de especies y poblaciones arbóreas, ya que disminuyen, no solo los inventarios florísticos nacionales sino también, por prácticas disgénicas, se pierden genes del pool de cada especie y/o población. Este hecho, más la enorme dependencia que se tiene del exterior en cuanto a productos forestales al importar más del 60% (FAO, 2009) de los insumos madereros necesarios para el desarrollo cultural del país, provocan una gran pérdida de divisas que bien podrían servir para apuntalar el desarrollo forestal nacional, ya que se cuenta con uno de los inventarios de especies arbóreas más ricos del planeta (Villaseñor, 2003; Rzedowski 1991a; Rzedowski 1991b).

Sin embargo, la velocidad de desaparición de las poblaciones forestales y los efectos esperados, productos del cambio climático, obligan al manejo del conocimiento preciso para la construcción de marcos conceptuales y metodológicos que con certeza y seguridad puedan dar dirección al establecimiento de bancos de conservación y refugio genético ya que la manera de ser construidos garantiza una seguridad parental que, guardadas las proporciones, asegura un material capaz de ser manejado en esquemas de uso, conservación y restauración de poblaciones e incluso especies (Mendizábal-Hernández *et al.*, 2009).

2.10 Cedro (*Cedrela odorata*)

En la actualidad el Cedro (*Cedrela odorata* L. Meliaceae) es uno de los potenciales más fuertes de los bosques tropicales, ya que tiene gran importancia económica pues el color y fragancia de su madera resultan ser un gran atractivo que puede ser aprovechable para la elaboración de artículos de lujo, tales como muebles, artículos de ebanistería, forro de interiores entre otros (Glogiewicz, 1998; Pennington y Sarukán, 1998; citado por, Ramírez *et al.*, 2005) además a pesar de que su distribución es amplia, su abundancia natural no es alta dentro de los bosques y su presencia se ve reducida por su explotación y una regeneración poco exitosa (Cintrón, 2000).

El cedro conocido como cedro amargo, *Cedrela* y sus demás especies se considera una de las maderas comerciales más preciosas e importantes de América Latina, en especial *Cedrela odorata* (Díaz *et al.* 2010). Esto ha ocasionado que esté sometida a grandes presiones por su extracción.

Sí sus semillas se conservan en condiciones ambientales, su viabilidad disminuye rápidamente después de un mes, pero almacenadas adecuadamente se conservan por varios meses. Las semillas almacenadas en bolsas de polietileno a 5°C de temperatura y 7% de contenido de humedad, mantienen un porcentaje de germinación de 50 a 60%, a los 2 años (García y Abdelnour, 2013).

Por su resistencia al almacenamiento se considera una especie ortodoxa. La semilla se conserva bien por lo menos 9 meses a una temperatura de 2 a 3°C, esté o no herméticamente envasada. El mejor registro de almacenamiento muestra el 86% de viabilidad de las semillas después de 304 días de estar almacenadas a 2°C de temperatura y 4% de contenido de humedad (Díaz *et al.*, 2010). Uno de los mayores problemas del cedro es el taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* Zeller; cuyo ataque se intensifica en los árboles que crecen en plantaciones comerciales.

2.11 Roble (*Tabebuia rosea*)

Tabebuia rosea es una especie ornamental, maderable de la familia *Bignoniaceae* y de tamaño mediano, alcanza de 20 a 25 m de altura. Su tronco es ligeramente acanalado, con pocas ramas gruesas horizontales y ramificación simpódica, con copa estratificada y hojas decusadas distribuidas en panículas cortas (Vit 2004). Es nativa en México, América Central y el norte de Sur América (Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). En México se encuentra en la vertiente del Golfo, desde el sur de Tamaulipas y norte de Puebla y Veracruz hasta el norte de Chiapas y sur de Quintana Roo; y en la vertiente del Pacífico se extiende desde Nayarit hasta Chiapas (Miranda 1999, citado por Herrera-Canto, 2015).

La semilla se produce en cantidades moderadas, con aproximadamente 42 000 semillas por kg. Se puede recolectar las vainas del árbol o directamente del suelo. Las vainas se transportan en sacos a un lugar techado, donde se secan a la sombra sobre lonas durante tres días hasta que se abran y se puedan extraer las semillas manualmente. Las semillas extraídas se asolean por un período corto de 3 a 4 horas para reducir la humedad (a 7%). El almacenamiento de la semilla debe ser con un

contenido de humedad de 7% y almacenada a 5°C resulta en germinación alta. Se puede mantener viabilidad por hasta 30 meses en recipientes herméticas a 10°C.

Las semillas se dispersan por el viento durante la estación seca (marzo-abril) y germinan durante la primera temporada de lluvias (mayo-junio) (Kitajima 2002). Crece en una variedad de hábitats, con tendencia a dominar en bosque húmedo bajo, bosque de galería y áreas con inundaciones estacionales (López-Mora et al., 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación Geográfica

El trabajo se llevó a cabo con germoplasma (semilla) de cuatro procedencias de *C. odorata* y *T. rosea*, en Cantón el Carne (cedro uno) y Cantón el Caucho (cedro dos y tres), Municipio de Huehuetán; la Unión (roble 45) en Municipio de Huixtla; en el Municipio de Mazatán (roble 83) y en el Municipio de Metapa (roble M1).



Figura 2. Ubicación de los arboles padre(©Google Earth, 2015)

El experimento de investigación se realizó en el laboratorio de Semillas y Recursos Genéticos Facultad de Ciencias Agrícolas Campus IV (UNACH), ubicado en el Municipio de Huehuetán y en el laboratorio de Biología molecular en la Universidad Tecnológica de la Selva (UTS), en Ocosingo; Chiapas, México.



Figura 3. Laboratorio de semillas y recursos genéticos, FCA de Huehuetán.

3.2 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 2 X 4 (Cuadro 1); donde los tratamientos fueron las dos especies (*C. odorata* y *T. rosea*) y cuatro son los fotoperiodos de luz (8h, 12h, 16h y más ambiente (testigo); en el cual un lote de 100 semillas fue la unidad experimental para cada prueba con nueve repeticiones.

Cuadro 1. Distribución de tratamientos

Material	Fotoperiodo
Cedro	8 h
	12 h
	16 h
	ambiente
Roble	8 h
	12 h
	16 h
	ambiente

3.3 Metodología experimental

3.3.1 Trabajo en campo

El trabajo de investigación se realizó en el 2014-2015, donde se hizo la selección de los árboles padre (que están dentro del programa de mejoramiento genético por el CAATE) y colecta de los frutos de las dos especies (roble y cedro), estos árboles se encuentran en sistemas agroforestales ubicados en los Municipios de: Huehuetán, Huixtla, Mazatán y Metapa de Domínguez; Chiapas, México.

3.3.1.1. Material biológico

Para la obtención del material vegetal se seleccionaron los mejores árboles padre de cedro y roble, en el caso de los árboles de cedro se hizo la selección bajo ciertos criterios como características fenotípicas y dasométrica que consideran algunos autores como se cita en el apartado siguiente.

Sin embargo, para los árboles de roble se hizo una preselección dentro de los árboles padre que se tienen seleccionados y que se están trabajando en el programa de mejoramiento genético por el CAATE de la Facultad de Ciencias Agrícolas (UNACH) de Huehuetán.

3.3.1.2 Selección de los árboles padre

Los árboles fueron seleccionados por su porte, poda natural, sanidad, fuste recto, sin bifurcaciones, accesibilidad, producción de semillas, de una edad mayor a 15 años, cuentan con una altura promedio de 25-35 m y diámetro de 50-85cm (), se seleccionaron tres árboles de cedro (C1, C2 Y C3) y tres de roble (R45, R83 Y RM1), Figura 4 y 5.



Figura 4. Árboles seleccionados de *C. odorata*. A: cedro uno, B: cedro dos y C: cedro tres en Huehuetán, Chiapas.

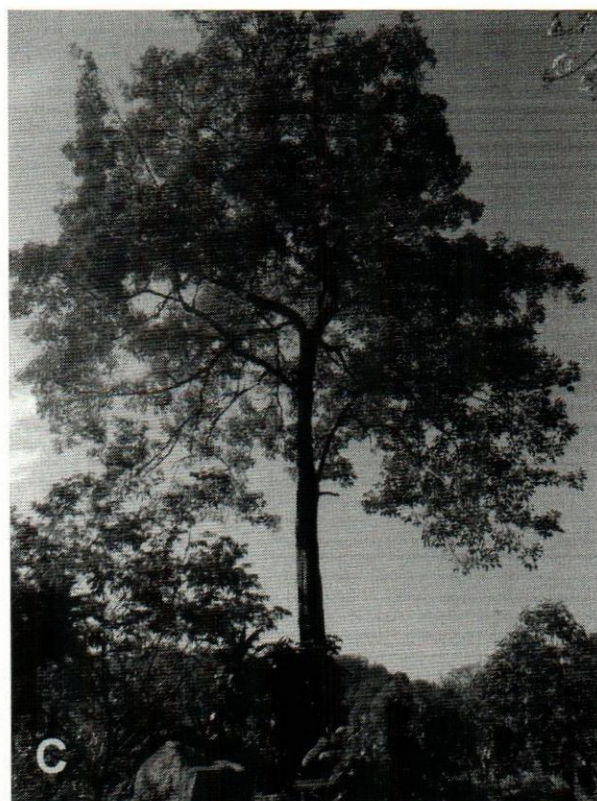
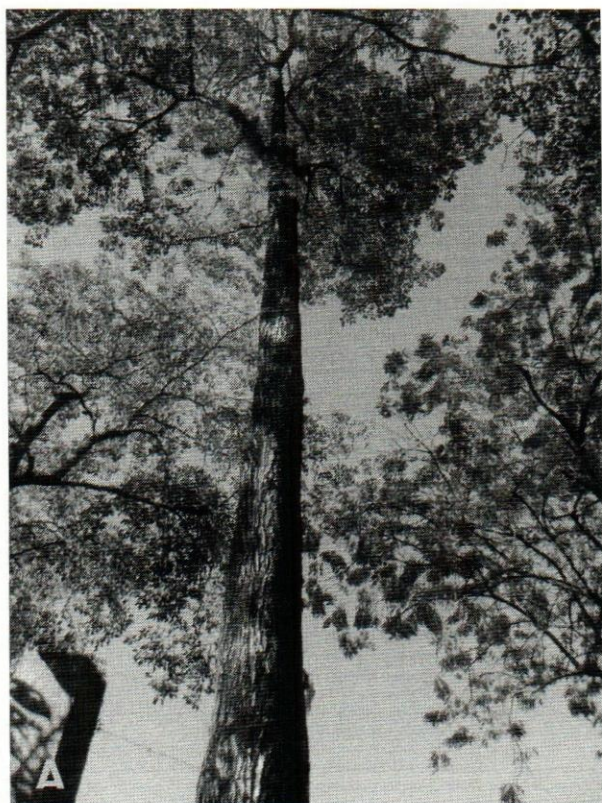


Figura 5. Árboles padre de *T. rosea*. A: R45, B: RM1 y C: R83, en Huixtla, Metapa de Domínguez y Mazatán, Chiapas.

3.3.1.3 Colecta de los frutos y obtención de las semillas

La colecta de los frutos se realizó cuando estos presentaban en su estado fenológico etapa de maduración y se podía apreciar este carácter cuando mostraban un color café oscuro (cedro) y marrón o café (roble), antes de que demostraran dehiscencia y liberaran sus semillas. La colecta se hizo directamente del árbol, con la ayuda de una tijera pértiga con extensión, el colector se subió a la copa del árbol para extraer los frutos de la copa media.

Después de haber colectados los frutos, se colocaron en bolsas de papel para ser transportados al lugar donde se pusieron a secar. La etapa de secado consistió en colocar los frutos sobre cartones en condición ambiente (a la sombra), para permitir que estos terminaran el proceso de maduración natural y cumplieran su estado fenológico de dehiscencia, hasta liberar completamente las semillas. Para así proseguir con la etapa de beneficiado de las semillas, que consistió en limpiarlas de todos los residuos diferentes de ellas.

3.3.2 Trabajo en laboratorio

El trabajo en laboratorio consistió en establecer el experimento de investigación, en el cual se llevó a cabo la realización del diseño experimental, iniciando a los 15 días después de haber obtenido las semillas, para así cumplir el objetivo de la investigación, el procedimiento que se siguió se explica detalladamente en los apartados siguientes.

3.3.2.1 Pruebas de calidad inicial

Para la prueba de calidad inicial que consistió en analizar las características básicas de calidad física (pureza y peso de 100 semillas), fisiológica (contenido de humedad, germinación y viabilidad), genética (proteínas y marcadores moleculares) y fitosanitaria (que estén libres de plagas y enfermedades) de las semillas de las especies estudiadas en este trabajo según ISTA (2010). Análisis que se efectuó después de los 15 días de liberadas las semillas de los frutos.

3.3.2.2 Pureza

Este estudio se realizó con el fin de obtener la composición en peso de la muestra (100 semillas), y por consiguiente la composición del lote original, la identidad de las semillas y de materia inerte presentes en la muestra.

Para ello se separó una muestra de 100 semillas con tres repeticiones por árbol y se pesó en la balanza analítica, posteriormente se colocó en la meza de trabajo y con ayuda de una pinza de disección se fue separando los diversos componentes como materia inerte (restos de alas, cascara de frutos, ramas, hojas) y semillas puras. Acto seguido consistió en pesar las semillas puras (Figura 6). Se cuantificó el porcentaje de pureza con apoyo de la fórmula:

$$\% \text{ de Pureza} = \frac{\text{Peso de semillas puras}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

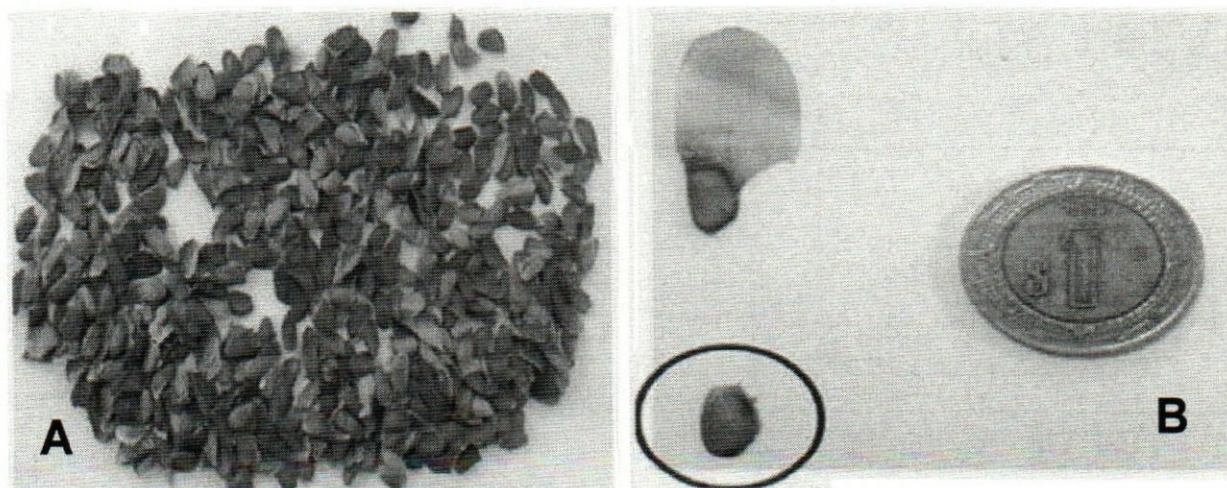


Figura 6. A: Pureza de las semillas de cedro, B: Diferenciación del tamaño de una semilla pura

3.3.2.3 Peso de 100 semillas

Para la determinación del peso de 100 semillas, se pesó con una balanza digital con precisión de 0.1 g, 100 semillas puras con tres repeticiones por cada árbol. La unidad de medida en que se reporta es gramos (g). Una vez ya obtenido el peso se

prosiguió a la determinación del número de semillas por Kg y para ello se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ de semillas por Kg} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas de la muestra (1000)}}{\text{Peso de la muestra}} \times 1000$$

3.3.2.4 Contenido de humedad (C.H.)

Esta prueba se evaluó en porcentaje (%), en la cual se utilizaron 100 semillas puras con tres repeticiones por árbol, se obtuvo el peso en la balanza analítica, para ello se colocaron en sobres de papel estraza para después introducirlos en la estufa (Figura 7) a 95°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) por 48 (± 1) horas (Figura 7), y se obtuvo el peso de la materia seca, hasta estabilizar el peso constante y se aplicó la siguiente fórmula para así cuantificar el porcentaje del contenido de humedad:

$$\% \text{ de contenido de humedad} = \frac{\text{Peso final (húmedo)} - \text{Peso seco}}{\text{Peso final (húmedo)}} \times 100$$



Figura 7. Estufa de secado

3.3.2.5 Germinación

Para determinar esta prueba se midió en porcentaje (%), a través del método de germinación en papel (o también conocida como prueba del taco); en donde se seleccionaron 100 semillas puras de cada especie.

Las 100 semillas se colocaron en cajas petri mismas que se les agregó agua destilada para dejarlas en proceso de imbibición durante 24 h a condición ambiente, posteriormente se distribuyeron las semillas uniformemente sobre capas de papel estraza previamente humedecidas, para después colocarles otras capas de papel y en seguida enrollarlas en forma de "taco", los cuales se colocaron en posición horizontal dentro de recipientes de plástico que también contenían papeles humedecidos (considerados como las cámaras húmedas).

En seguida se colocaron las cámaras húmedas, una en la cámara bioclimática para controlar los fotoperiodos y una en condición ambiente, cabe mencionar que a la vez se les colocó a cada cámara húmeda el sensor de mercurio del termómetro-higrómetro, para determinar la temperatura y humedad relativa (Figura 8).

Cada prueba de germinación en los diferentes fotoperiodos más ambiente tenía una duración de 20 días. Se realizó el primer conteo a los 5 días de haber montado los lotes de semillas en las cámaras húmedas para obtener el número de semillas germinadas, y a partir de este indicador se prosiguió contando durante un periodo de 20 días.

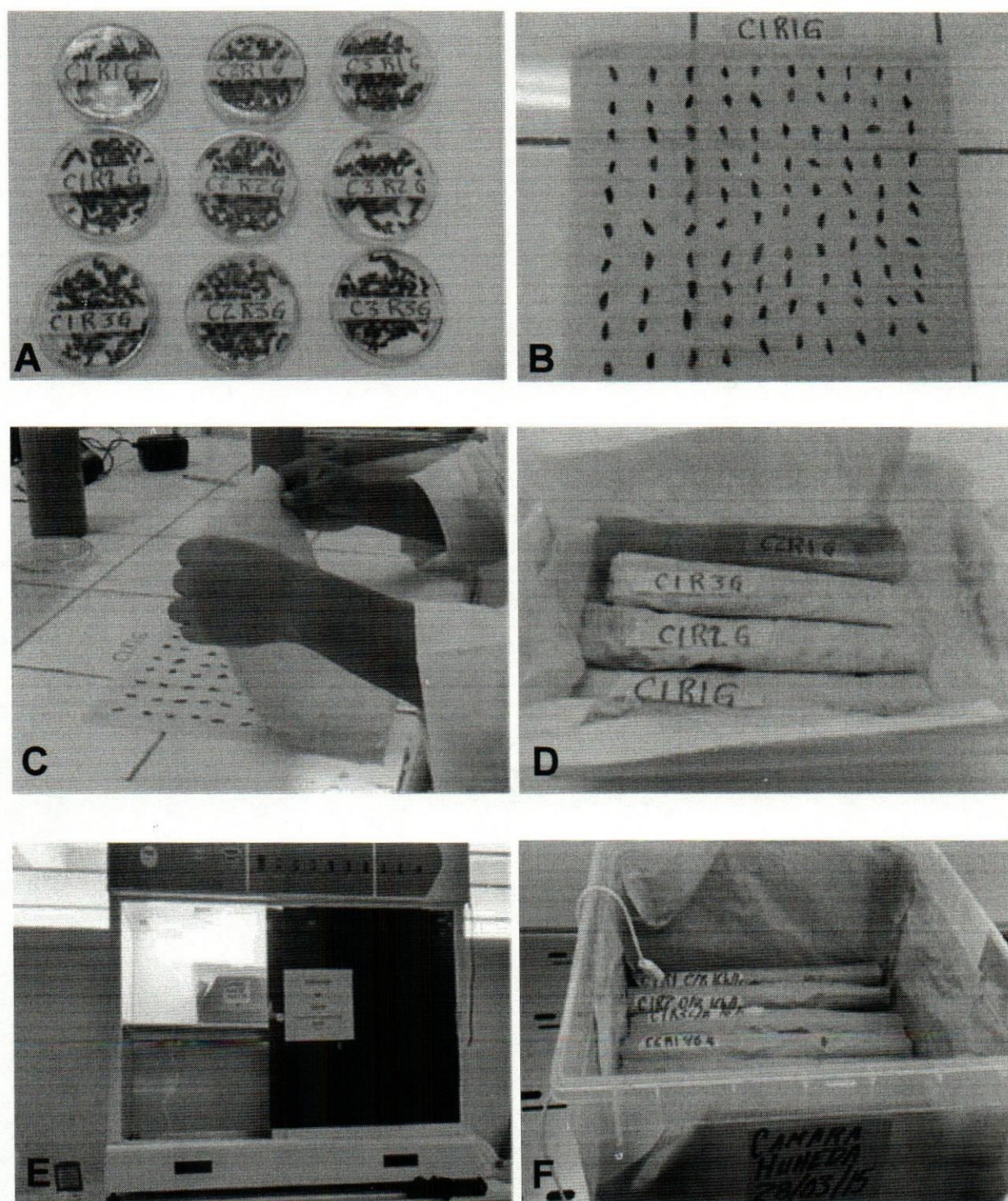


Figura 8. Prueba de germinación en papel ("taco") de cedro. A: imbibición de las semillas durante 24 h; B: distribución uniforme de las semillas en capas de papel previamente humedecidas; C: después de la distribución cubrir nuevamente a las semillas con otra capa de papel e irlas enrollando en forma de taco; D: colocar los lotes de las semillas en las cámaras húmedas; E: cámara húmeda en cámara bioclimática y F: sensor del mercurio del Termómetro-Higrómetro.

3.3.2.6 Viabilidad

La unidad de medida en que se reportó esta prueba es en porcentaje (%), y se hizo a través de la prueba topográfica por Tetrazolio (TZ):

Preparación de la solución de TZ al 1%: Usar agua destilada; pesar 2.5g de TZ (2-3-5 trifenil tetrazolio) por 250 ml de solución; disolver con un agitador (matraz); vaciar en envase ámbar.

- a) De cada árbol se tomaron 100 semillas puras con tres repeticiones.
- b) En la etapa I, las semillas se sumergieron en agua durante 24 h, para permitir el ablandamiento de las capas seminales y con ello la imbibición.
- c) Esto facilita su proceso posterior (etapa II), después la semilla, se les eliminó la testa dejando solo el embrión, y así ayudar a la penetración del reactivo en la región de este.
- d) Acto seguido, etapa III, se le agregó 10 gotas de TZ, a las 100 semillas.
- e) Posteriormente se cubrió con papel aluminio, para su incubación durante 24 h, se eliminó el exceso de TZ y se observó si las semillas se tiñeron de color rosa a rojo, lo cual indicó que los tejidos están vivos, mientras que en las células muertas no se dio ninguna reacción (Figura 9).
- f) Para determinar el % de viabilidad, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de viabilidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas teñidas}}{\text{N}^\circ \text{ total de semillas}} \times 100$$

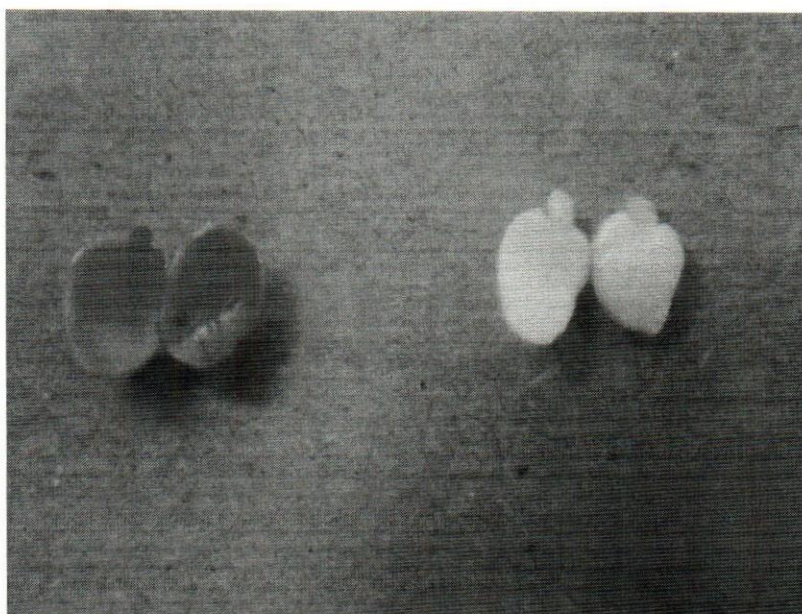


Figura 9. Tinción de semillas de cedro; semillas de lado izquierdo (viable), semilla de lado derecho (no viable)

3.4 Intensidad lumínica

Este factor se controló a través de la cámara bioclimática (usando lámparas fluorescentes), en donde se introducían las muestras (lotes de 100 semillas) que contenían las cámaras húmedas de cada tratamiento a niveles diferentes de horas luz (12 h, 8h y 16h), cabe mencionar que cada nivel tenía una duración de 20 días.

3.5 Humedad

La humedad (HR %) se midió a través del termómetro-higrómetro (TA218 C®), para poder determinarlo se colocó el sensor de mercurio del termómetro-higrómetro en las cámaras húmedas, los datos se tomaron cuatro veces al día (6:00 a.m., 10:00 a.m., 14:00 p.m. y 18:00 p.m.), durante el periodo de duración de cada prueba de germinación (20 días) de los factores por cada tratamiento.

3.6 Temperatura

En la determinación de este factor temperatura (°C) se evaluó a través del termómetro-higrómetro (TA218 C®), en donde se realizaron cuatro tomas de datos al día (6:00 a.m., 10:00 a.m., 14:00 p.m. y 18:00 p.m.), durante el periodo de duración

de cada prueba de germinación (20 días) de los factores por cada tratamiento. Para ello se tuvo que colocar el sensor de mercurio del termómetro-higrómetro en las cámaras húmedas.

3.7 Variables medidas

3.7.1 Porcentaje de germinación

Para cuantificar el porcentaje (%) de germinación de esta variable se hizo a través de la prueba de papel o del "taco" colocándolas en las cámaras germinadoras como se explicó en el apartado de **germinación**, se realizaron conteos de números de semillas germinadas, este procedimiento se hizo durante 20 días, cada tercer día del quinto día cuando apareció la primera radícula de ambas especie. Ya que se obtuvo los datos se aplicó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de germinación:

$$\% \text{ de Germinación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de semillas}} \times 100$$

3.7.2 Longitud de hipocótilo

Las mediciones se efectuaron a las 100 semillas (o plántulas) de cada tratamiento, que conformaba cada uno de los factores (12h, 8h, 16h, más el ambiente como testigo), midiendo con una regla la longitud de hipocótilo (tallo), desde la base del tallo hasta la terminación de la yema apical. Estas evaluaciones se hicieron a los 5, 10 y 15 días después de las siembras de las mismas, la unidad de medida en que se reportó fue en centímetro (cm).

3.7.3 Longitud de radícula

Se midió con una regla la longitud de radícula, la unidad de medida en que se reportó fue en centímetro (cm), midiendo la base del tallo hasta ápice de la raíz principal. Estas evaluaciones se hicieron a los 5, 10 y 15 días después de las siembras de las mismas. Las mediciones se efectuaron a las 100 semillas (plántulas) de cada tratamiento, que conformaba cada uno de los factores (12h, 8h, 16h, más el ambiente como testigo).

3.7.4 Longitud de plúmula (hoja)

Se midió con una regla la longitud de plúmula (hoja), la unidad de medida en que se reportó fue en centímetro (cm), midiendo la base de la hoja hasta el ápice de la misma. Estas evaluaciones se hicieron a los 5, 10 y 15 días después de las siembras de las mismas. Las mediciones se efectuaron a las plántulas germinadas de cada tratamiento, que conformaba cada uno de los factores (12h, 8h, 16h, más el ambiente como testigo).

3.7.5 Ancho de plúmula (hoja)

Se midió con una regla el ancho de plúmula (hoja), la unidad de medida en que se reportó fue en centímetro (cm), midiendo la anchura de los extremos de cada borde del centro de la hoja. Estas evaluaciones se hicieron a los 5, 10 y 15 días después de las siembras de las mismas. Las mediciones se efectuaron a las plántulas germinadas de cada tratamiento, que conformaba cada uno de los factores (12h, 8h, 16h, más el ambiente como testigo).

3.10 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos obtenidos para las características de las variables mencionadas se llevó a cabo con el programa estadístico SAS versión 9.1 para Windows. La comparación de medias se llevó a cabo a través de una serie de análisis de varianza de acuerdo con un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 2 X 4; compuesto de dos tratamientos (las dos especies *C. odorata* y *T. rosea*) y cuatro niveles de fotoperiodos de luz (8h, 12h, 16h y más ambiente (testigo); siendo un lote de 100 semillas la unidad experimental para cada prueba con nueve repeticiones. Las diferencias existentes entre medias de tratamientos fueron evaluadas utilizando el método de comparaciones múltiples por Tukey ($\alpha=0.05$).

4. RESULTADOS

4.1 Pruebas de calidad inicial

Los materiales forestales de reproducción (frutos, semillas, plantas y partes de plantas utilizados en el proceso de regeneración natural o artificial) constituyen una parte esencial de todo proceso de reforestación o regeneración artificial de los bosques. A corto plazo constituyen el elemento básico para realizar la repoblación, y sus características morfológicas y genéticas determinan las características de las futuras masas forestales en términos de composición, adaptación, crecimiento, etc.

Se determinó la calidad de las semillas que fueron utilizadas en este estudio, haciendo un análisis estadístico por especies (Cuadro 2). Presentado diferencias altamente significativas ($P \leq 0.0001$) en pureza, peso de 100 semillas y en viabilidad (Anexo) en las tres fechas (a los 20, 40 y 65 días), mientras que en contenido de humedad y en germinación no hubo diferencias significativas.

Se llevó a cabo un análisis de varianza y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$) se encontró que existen diferencias significativas y que el roble fue quien obtuvo mejor calidad en pureza y peso de 100 semillas, 97.71 % y 1.62 g respectivamente; mientras que en cedro se obtuvo 83.87 % y 1.41 g respectivamente, pero presentado variación y diferencias en el número de semillas $\cdot \text{Kg}^{-1}$ con 70,986 semillas el cedro y 62,504 semillas el roble. En contenido de humedad para las dos especies fue de 10 % en cedro y 9 % en roble, en germinación se obtuvo un porcentaje de 81.32 % y 73.33 %, cedro y roble respectivamente. Para el caso de viabilidad evaluados a los 20, 40 y 65 días después de la colecta las semillas de cedro presentaron una mejor viabilidad en las tres fechas (días) conservando su porcentaje de viabilidad por arriba del 80 %, mientras que en roble en las tres fechas de evaluación fue baja, iniciando desde la primer fecha (20 días) con 18.22 % (Cuadro 3).

Así mismo, se hizo un análisis estadístico de las semillas de los árboles (C1, C2, C3, R83, RM1 y R45) en estudio de las dos especies, encontrado diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en pureza, peso de 100 semillas, germinación y viabilidad (Anexos 5, 6 y 7) en las tres fechas (20, 40 y 60 días), mientras que en contenido de humedad no presentó diferencias estadísticas (Anexo 3).

Cuadro 2. Análisis estadístico de calidad de semillas por especies de cedro (*Cedrelea odorata* L.) y roble (*Tabebuia rosea* Bertol).

Especies	Pureza (%)	Peso de 100 semillas (g)	Número de semillas·Kg ⁻¹	Contenido de Humedad (%)		Germinación (%)			Viabilidad (%)						
						20 días	45 días	65 días	20 días	45 días	65 días				
Cedro	83.87	b	1.41	b	70986.00	10.32	a	81.22	a	85.11	a	80.22	a	81.89	a
Roble	97.71	a	1.62	a	62504.00	9.40	a	73.33	a	18.22	b	8.78	b	26.33	b

Promedios con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey (P≤0.05).

Cuadro 3. Análisis estadístico de calidad de semillas por especies de cedro (*Cedrelea odorata* L.) y roble (*Tabebuia rosea* Bertol).

Árboles	Pureza (%)	Peso de 100 semillas (g)	Contenido de Humedad (%)	Germinación (%)	Viabilidad (%)									
					20 días	45 días	65 días							
C1	81.64	c	1.36	c	12.16	a	72.33	ba	85.33	ba	75.00	a	83.67	a
C2	84.68	cb	1.39	c	8.95	a	78.00	a	74.67	b	76.00	b	76.33	a
C3	85.28	b	1.48	bc	9.87	a	93.33	a	95.33	a	89.67	b	85.67	a
R83	92.12	a	1.81	a	9.14	a	80.33	a	18.33	c	9.67	c	44.67	ab
RM1	90.00	a	1.64	ba	9.33	a	85.00	a	23.00	c	11.33	c	8.67	cb
R45	93.01	a	1.40	c	9.74	a	54.67	b	13.33	c	5.33	c	25.67	c

Promedios con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey (P≤0.05).

En lo que respecta a la calidad de las semillas por árboles, la pureza de las semillas tuvo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$) entre los tres árboles en roble (R45, R83 y RM1) con una pureza mayor al 90 % los árboles de cedro presentaron en promedio un porcentaje de 83.86 % de pureza, siendo el C3 el cual mayor porcentaje de pureza presentó (85.28 %). En el peso de 100 semillas hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el árbol R83, quien fue superior con 1.81 g, seguido de los árboles RM1 y C3 con 1.64 g y 1.48 g respectivamente, mientras que los árboles R45, C2 y C1 fueron inferiores, presentando el menor peso. Con respecto al contenido de humedad no hubo diferencias significativas en los árboles, la humedad es como se mencionó menor a 10 %.

La germinación de las semillas entre los árboles presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$), siendo los árboles C3, RM1, R83 y C2 los mejores, presentando un mayor porcentaje de germinación (93 %, 85 %, 80 % y 78 % respectivamente), y estos diferentes estadísticamente al árbol C1 (72.33 %), el árbol R45 fue inferior a los demás siendo el que menor porcentaje de germinación obtuvo (54.67 %).

En la prueba de viabilidad se obtuvo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre árboles y las fechas (20, 40 y 65 días) después de la colecta. En la prueba de TZ se obtuvieron patrones característicos para estas especies. Las semillas viables que mayor tinción uniforme de color rojo intenso con buena consistencia de tejidos y originaron plántulas normales fueron las de cedro en los tres árboles C3, C1 y C2 a los 20 días tuvieron con una viabilidad de 95 %, 85 % y 75 % respectivamente. La calidad de la reacción con tetrazolio fue disminuyendo conforme pasaron los días. Hubo semillas viables que presentaron áreas de tinción rosa intensa mezcladas con áreas de tonos rosa claro (mosaicos), había semillas que no presentaron ninguna coloración o solo teñían pequeñas áreas de los cotiledones, estas se consideraron no viables.

Mientras que en las de roble desde el primer análisis a los 20 días ya presentaba en promedio una baja viabilidad menor a los 20 %, para el caso de los tres árboles (RM1, R83 y R45) en estas semillas la mayor tinción que presentaron fueron de color rosa, otras que presentaban áreas de color rosa claro, blancas o sin tinción, que fueron las que se consideraron semillas no viables. Según las fechas de evaluación y estadísticamente, el árbol R83 es quien mejor viabilidad presentó, teniendo un porcentaje de viabilidad a los 65 días de 45 %.

4.3. Número de semillas germinadas

En el análisis estadístico realizado para el número de semillas germinadas donde se observa alta significancia (Anexos: del 8 al 14) son altamente significativos: en los efectos simples para el caso de ambas especies (cedro=C y roble= R) evaluadas en intervalos de tiempo (3, 5, 8, 11, 14, 17 y 20 días) durante todo el periodo de permanencia de cada prueba (20 días) se obtuvo como resultado lo siguiente: a los tres y ocho días después de la siembra no hubo diferencias significativas en ambas especies, sin embargo a los cinco, 11, 14, 17 y 20 días si se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.0001$); para los árboles (materiales) y fotoperiodos se encontraron diferencias altamente significativas en todos los intervalos de tiempo, a excepción del tercer día que sólo hubo diferencia significativa. En la interacción Especie X Árbol (Material) no presentaron diferencias significativas; en la interacción Especie X Fotoperiodo hubieron diferencias altamente significativas en los intervalos de tiempo; en la interacción Árbol (Material) X Fotoperiodo en todos los intervalos de tiempo se encontró diferencias altamente significativas, a excepción del día tres, que no hubo diferencias, y en la interacción triple Especie X Árbol (Material) X Fotoperiodo no presentaron diferencias significativas.

Por lo tanto, al realizar el análisis de varianza y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$) se obtuvo diferencias altamente significativas (Figura 10) en cedro a los cinco, 11, 14, 17 y 20 días después de la siembra, iniciando ésta con un porcentaje de semillas germinadas de 17 %, alcanzando su máxima germinación a los 11 días con 47 % y finalizando en los 20 días con 66 %. En R presentó diferencias significativas a los cinco, 11, 14, 17 y 20 días, teniendo un porcentaje de germinación del 11 % a los cinco días, coincidiendo al igual que en C a los 11 días tuvo su máxima germinación con el mismo porcentaje y finalizando con 54 % a los 20 días.

En la Figura 11, se muestra el análisis de varianza del número de semillas germinadas por árbol, donde se encontró que el Cedro C3 fue superior a los demás árboles, mostrando una tendencia de germinación ascendente (87 %, a los 20 días) ascendente en todos los intervalos del periodo de germinación; seguido del árbol RM1, el cual a los ocho días alcanzó al C3 y obtuvo una germinación del 46 %, sin embargo a partir de esta fecha la tendencia ascendente de su germinación se detuvo, posteriormente se fue dando de forma mínima, finalizando a los 20 días con una germinación del 61 %; El resto de las semillas evaluadas de los demás árboles presentaron una tendencia lenta en los intervalos de tiempo conforme pasaban los días. Según las pruebas de comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$) hubo diferencias significativas en todos los intervalos de tiempo del periodo (días) de germinación, excepto para el día tres.

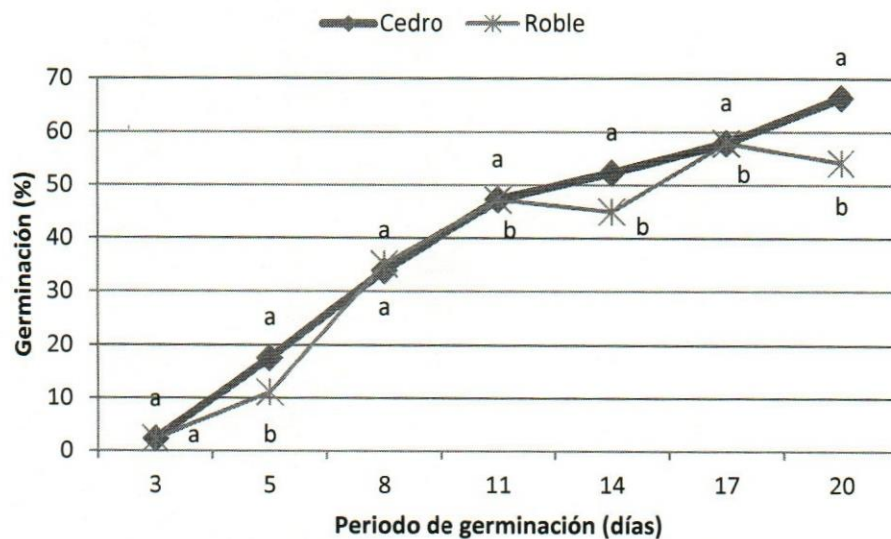


Figura 10. Germinación de semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) y roble (*Tabebuia rosea* Bertol), desde la siembra y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$).

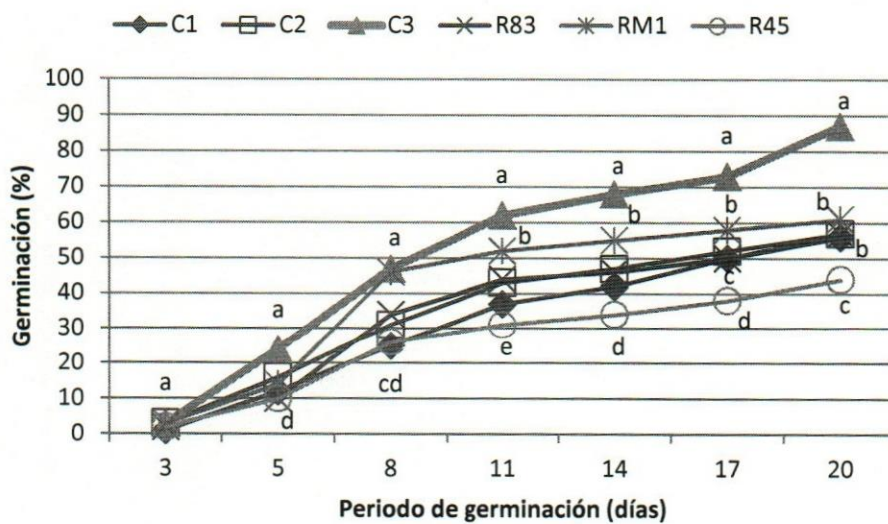


Figura 11. Germinación de semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) y roble (*Tabebuia rosea* Bertol), desde la siembra y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$).

El análisis de varianza y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$) demuestran que la germinación de las semillas (Figura 12) por los niveles de fotoperiodos (8 h, 12 h y 16 h) inició a los tres días con 3 %, en los tres niveles de fotoperiodos muestra una tendencia ascendente en los primeros 11 días (46 %), posterior a ello el aumento es mínimo, se encontró que hubo diferencias significativas en los tres niveles de fotoperiodo.

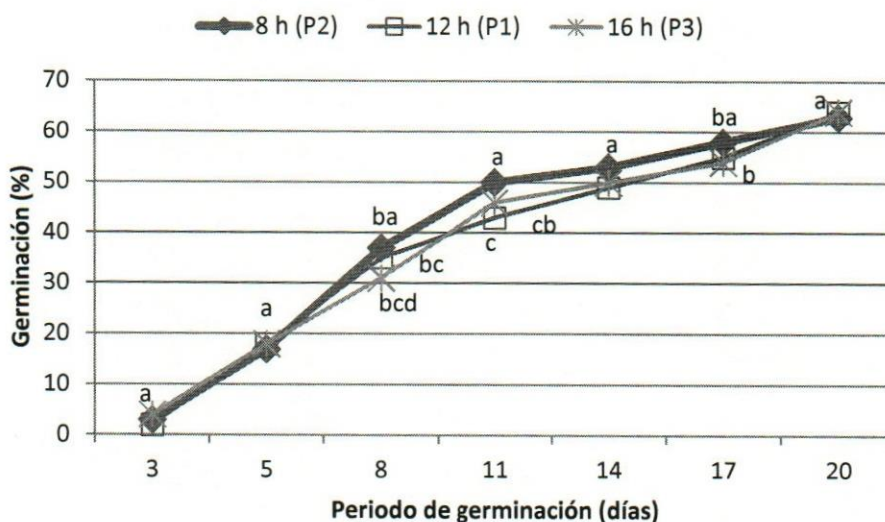


Figura 12. Germinación de semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) y roble (*Tabebuia rosea* Bertol) por niveles de fotoperiodo, desde la siembra y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$).

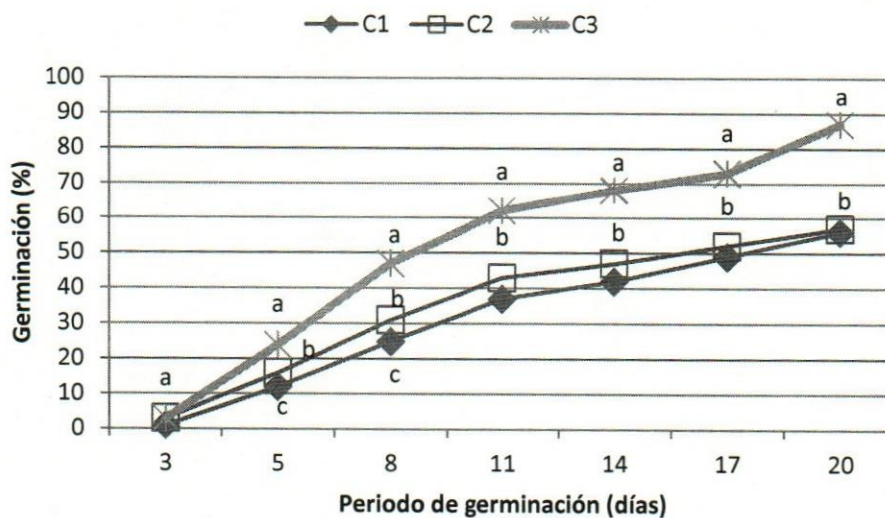


Figura 13. Germinación de semillas por árbol en cedro (*Cedrela odorata* L.), desde la siembra y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$).

En la Figura 13 se muestra el porcentaje de germinación en los árboles de cedro como respuesta al efecto de la luz en los intervalos de duración (días) del periodo de germinación. Realizando el análisis de varianza, se obtuvo que el árbol C3 presentó diferencia altamente significativa teniendo una mejor respuesta al efecto de la luz.

La germinación mostró una tendencia ascendente en cada uno de los intervalos de tiempo (días) con un porcentaje de germinación a los 11 días del 62 % y a los 20 días con 87%. Mientras que el C2 y C1 tuvieron una tendencia ascendente hasta los 11 días con 37 % y 43 % respectivamente, posterior a ello el aumento de germinación en los demás intervalos fue mínimo, donde obtuvieron a los 20 días una germinación del 56 % en los dos árboles.

Con respecto a los efectos de los niveles de fotoperiodo en el cedro y haciendo un análisis de varianza (Figura 14), se encontraron diferencias significativas en los niveles de fotoperiodo en cada uno de los intervalos de tiempo de periodo de germinación. En donde se ve una tendencia ascendente y con mayor porcentaje de germinación (74 %) en el nivel de fotoperiodo de 8 h, seguida del nivel 12 h el cual obtuvo una tendencia ascendente uniforme alcanzando un porcentaje de germinación del 69 %.

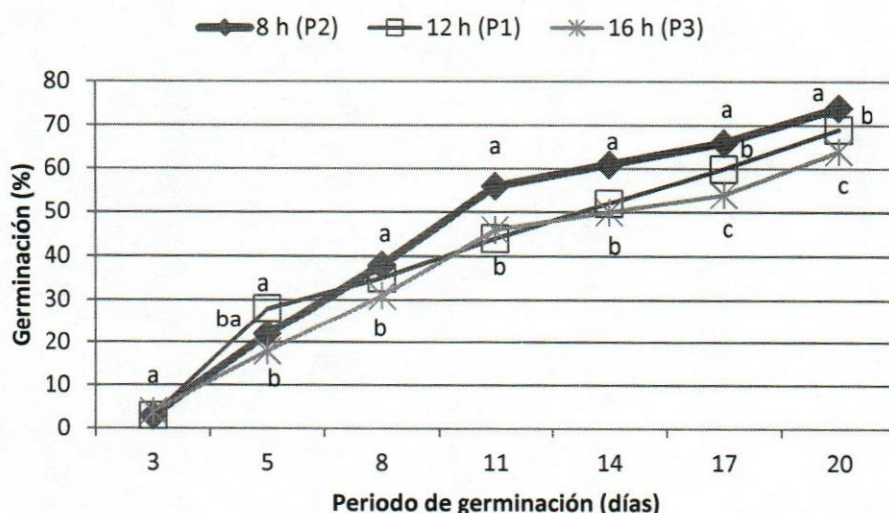


Figura 14. Germinación de semillas por fotoperiodo en cedro (*Cedrela odorata* L.), desde la siembra y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$).

Según el análisis de varianza (Figura 15), se encontraron diferencias altamente significativas entre los árboles de roble en cada uno de los intervalos de tiempo del periodo de germinación. La germinación inicial de las semillas de roble es más

rápida, habiendo presentado una tendencia ascendente antes de los ocho días después de la siembra, siendo RM1 el árbol que más porcentajes de germinación presentó en cada uno de los intervalos de tiempo con una germinación final (61 %). Aun cuando la tendencia es similar a los tres genotipos se destacan las diferencias estadísticas encontradas.

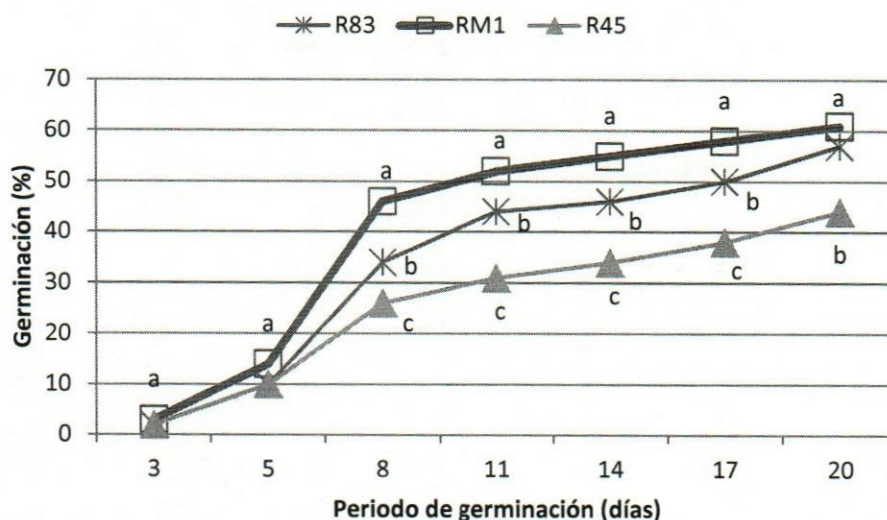


Figura 15. Germinación de semillas por árbol en roble (*Tabebuia rosea* Bertol), desde la siembra y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$).

En el caso del efecto del fotoperiodos de 8 h y 12 h, la respuesta de la germinación de las semillas en roble mostraron diferencias significativas (Figura 16). Aunque mostraron una tendencia asciende similar, el fotoperiodo de 12 h presentó mayor porcentaje de germinación (59 %).

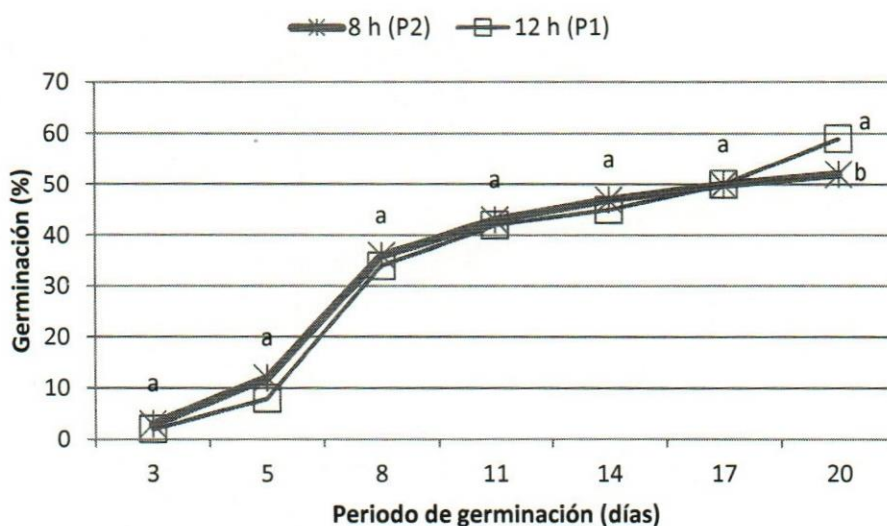


Figura 16. Germinación de semillas por fotoperiodo en roble (*Tabebuia rosea* Bertol), desde la siembra y comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$).

4.4 Luz

Realizando el análisis estadístico del efecto de los niveles de fotoperiodos (8 h, 12 h y 16 h) en las especies, dando como respuesta al estímulo del crecimiento en las variables: longitud de hipocótilo (LH), longitud de raíz (LR), longitud de hoja (Lh) y AH (AH) se obtuvo lo siguiente: diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$) en los diferentes niveles de fotoperiodos, en las variables LH. y LR, mientras que en Lh y AH solo presentaron diferencias significativas (Cuadro 4).

El cedro tuvo mejor respuesta al efecto de la luz, teniendo un estímulo favorable al crecimiento, diferente estadísticamente al de roble, presentando un mayor crecimiento de 2.92 cm (LH), 2.21 (LR) a las 12 h, mientras que el roble tuvo mayor crecimiento de 1.71 cm (LH) y 1.83 cm (LR) en las 8h. Sin embargo en condición ambiente el cedro alcanzó un crecimiento de hasta 3.00 cm (LH) y 2.21 cm (LR), el roble obtuvo un crecimiento favorable de 1.82 cm (LH) y 1.65 cm (LR).

Cuadro 4. Análisis estadístico de los niveles de fotoperiodos para cedro (*Cedrela odorata* Bertol) y roble (*Tabebuia rosea* Bertol) en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

Factor	Nivel	Especie	LH	LR	Lh	AH
Fotoperiodo	8 h (P2)	C	2.04 a	2.01 a	1.28 b	0.48 b
		R	1.71 b	1.83 b	0.98 a	0.81 a
	12 h (P1)	C	2.92 a	2.21 a	0.97 b	0.49 b
		R	1.19 b	1.66 b	1.24 a	0.75 a
Condición Ambiente	P2	C	2.67 a	2.01 a	1.30 b	0.49 b
		R	1.80 b	1.88 b	1.01 a	0.81 a
	P1	C	3.00 a	2.21 a	0.95 b	0.47 b
		R	1.82 b	1.65 b	1.27 a	0.78 a

Promedios con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). C= Cedro; R= Roble; LH= Longitud de hipocótilo ; LR= Longitud de raíz; Lh= Longitud de hoja; Ancho de Hoja= AH

En la Figura 17 se muestra el crecimiento de los árboles en respuesta al fotoperiodo en ambas especies: En la Figura 17 A se observa la respuesta que obtuvieron los árboles en el nivel 8 h y en condición ambiente. En ambos casos se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$) entre ellos, siendo el árbol C3 el que mejor respuesta y crecimiento presentó en ambas condiciones.

En la Figura 17 B, se muestra el crecimiento de los árboles en respuesta al fotoperiodo en ambas especies. En la Figura 17 A se observa la respuesta de los árboles con fotoperiodo de 8 h y en condición ambiente. En ambos casos se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$) entre ellos, siendo el árbol C3 fue el que mayor crecimiento presentó en las dos condiciones.

En el Cuadro 5, se muestran el promedio y desviación estándar del crecimiento de los árboles de cedro en la respuesta al efecto del nivel de fotoperiodo a 16h, donde no hubo diferencias estadísticas.

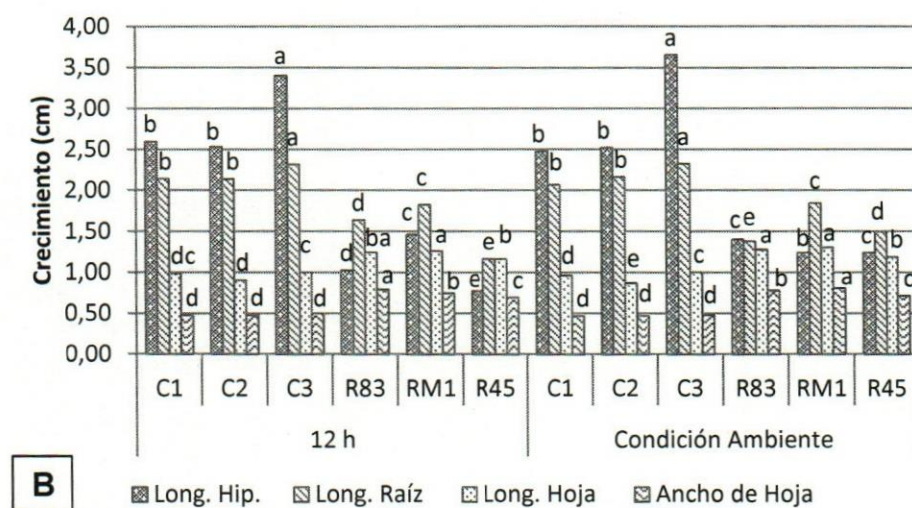
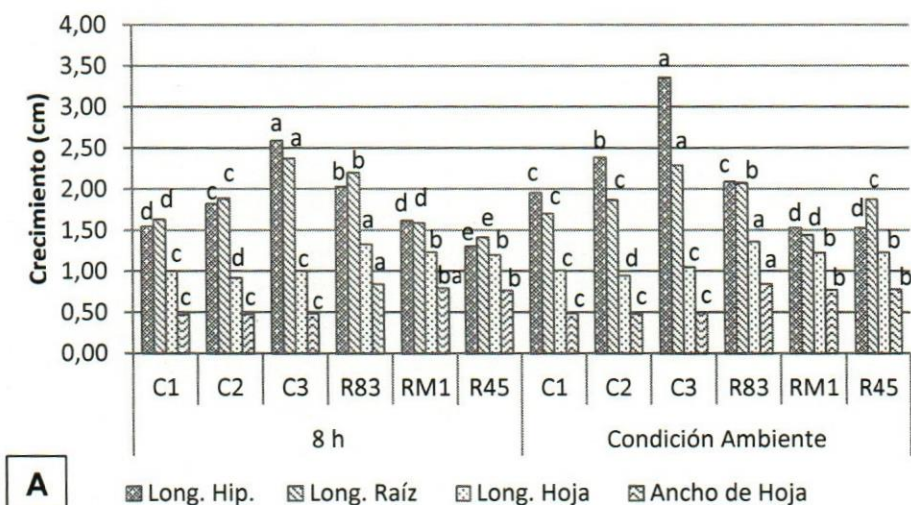


Figura 17. Efecto de los niveles de fotoperiodo a 8 h (A) y 12 h (B) en la respuesta al crecimiento por árbol en cedro y roble. Letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 5. Análisis estadístico de la respuesta del crecimiento (cm) por árbol en cedro, al efecto del nivel de fotoperiodo a 16 h.

Nivel de fotoperiodo	Árbol	LH		LR		Lh		AH	
		Media	S ²	Media	S ²	Media	S ²	Media	S ²
16 h	C1	2.1	1.67	1.79	0.7	1.02	0.14	0.49	0.3
	C2	2.01	1.66	1.78	0.77	0.91	0.12	0.47	0.08
	C3	2.8	2.01	2.26	0.89	1.04	0.12	0.48	0.07
Condición Ambiente	C1	2.05	1.6	1.75	0.79	0.99	0.12	0.47	0.08
	C2	2.04	1.43	1.81	0.74	0.91	0.12	0.46	0.06
	C3	2.71	1.93	1.97	0.82	1.02	0.13	0.46	0.07

C= Cedro ; R= Roble; LH= Longitud de hipocótilo; LR= Longitud de raíz; Lh= Longitud de hoja; AH= Ancho de Hoja

La Figura 18, muestra la respuesta del crecimiento por fechas: 5 días, 10 días y 15 días; en condiciones de fotoperiodo (8 h, A; 12 h, B), donde se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$).

La Figura 18 A muestra el crecimiento con fotoperiodo a 8 h más la condición ambiente, iniciando con un crecimiento a los 5 días de hasta 1 cm en LR en las dos condiciones, alcanzando a los 15 días 2.5 cm. Mientras que el crecimiento de LH se obtuvo 1.8 cm a 8 h y en condición ambiente 2.6 cm, incrementando a los 15 días con 3.6 cm y 3.8 cm respectivamente.

En la Figura 18 B presenta el crecimiento con fotoperiodo a 12 h más el de condición ambiente, donde se obtuvo un crecimiento de LR a los 5 días de 1 cm, a los 10 días alcanzó 2 cm y a los 15 días 2.5 cm en las dos condiciones. Para el caso de LH este a los 5 días tuvo un crecimiento de 0.5 cm en las dos condiciones, a los 10 días 2 cm a las 12 h, 2.4 cm en condición ambiente, y a los 15 días 3.6 cm a las 12 h y 3.9 cm en condición ambiente. Mientras que el crecimiento de LH y AH se presentó a los 10 días, alcanzando en longitud 1.2 cm y ancho 0.7 cm en las dos condiciones.

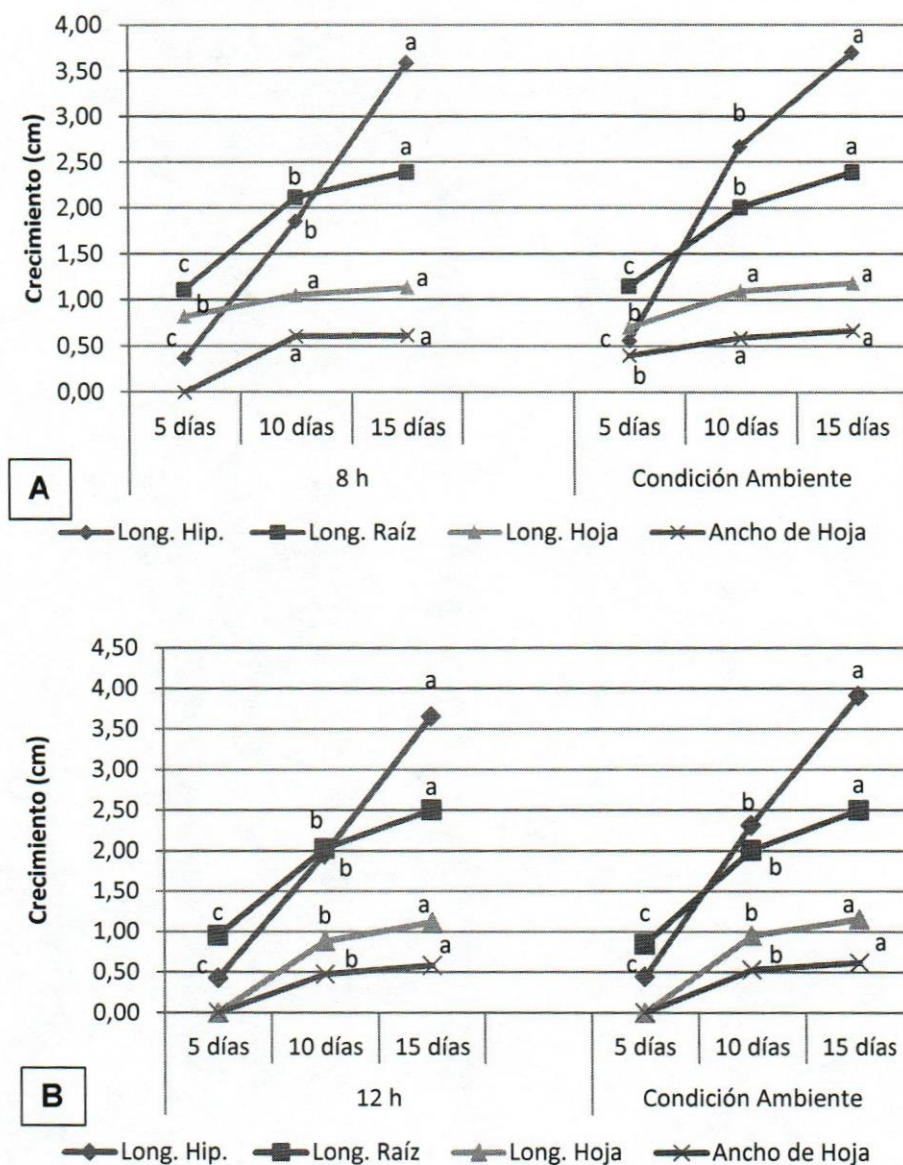


Figura 18. Respuesta del crecimiento por fechas: 5 días, 10 días y 15 días; al efecto de los niveles de fotoperiodo a 8 h (A) y 12 h (B). Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 6. Análisis estadístico de la respuesta del crecimiento (cm) en efecto del fotoperiodo (16 h) por fechas.

Nivel de fotoperiodo	Fechas	LH		LR		Lh		AH	
		Media	S ²	Media	S ²	Media	S ²	Media	S ²
16 h	5 días	0.58	0.44	1.32	0.4	0	0	0	0
	10 días	3.12	1.24	2.12	0.76	0.98	0.12	0.47	0.24
	15 días	4.29	1.21	2.56	0.81	1.03	0.14	0.48	0.08
Condición Ambiente	5 días	0.76	0.43	1.3	0.41	0	0	0	0
	10 días	3.51	1.5	1.76	0.58	0.98	0.12	0.45	0.06
	15 días	3.56	1.24	2.68	0.71	0.99	0.14	0.48	0.08

LH= Longitud de hipocótilo; LR= Longitud de raíz; Lh= Longitud de hoja; AH=Ancho de Hoja

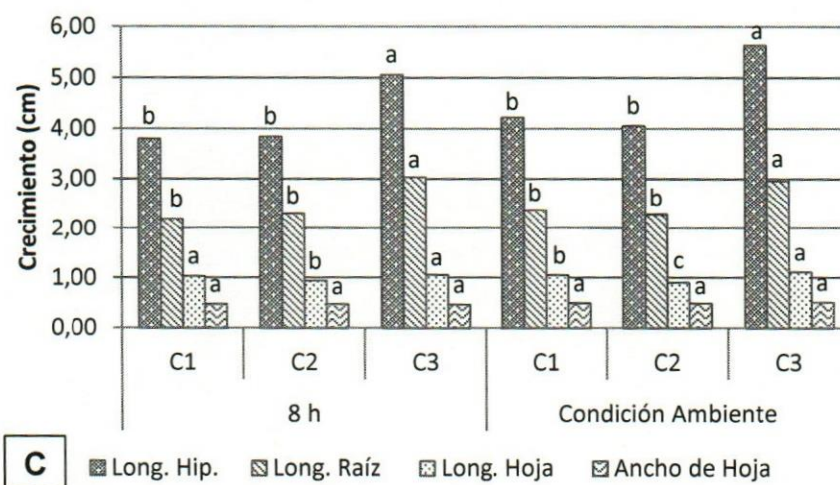
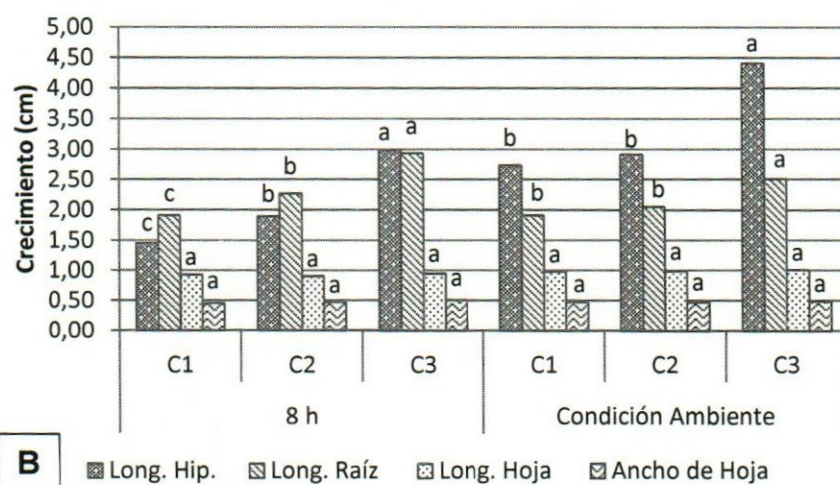
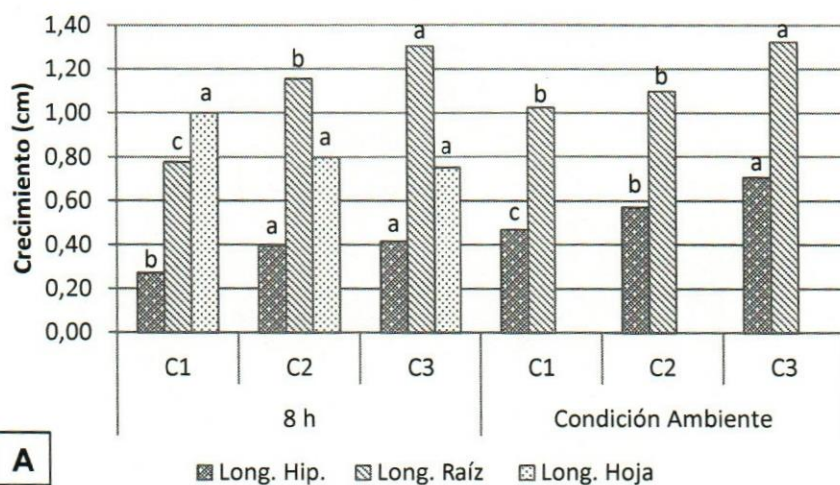


Figura 19. Respuesta del crecimiento en cedro al efecto del nivel del fotoperiodo a 8 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C). Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En la Figura 20, se muestran los resultados del crecimiento por árbol de cedro en cada una de las variables que se evaluaron, en donde se observa la respuesta al estímulo del crecimiento al efecto del nivel de luz a 12 h en las tres fechas (días): a los cinco días (A), a los 10 días (B) y a los 15 días (C); encontrando diferencias altamente significativas entre ellos ($P \leq 0.05$).

La Figura 20 A muestra que a los cinco días solo hubo respuesta al estímulo en LH y LR en las dos condiciones (12 h y condición ambiente). Presentando mayor crecimiento a las 12 h luz, siendo el árbol C3, seguido del C2 y C1 respectivamente, el que más crecimiento obtuvo con 1.1 cm (Lh) y 0.50 cm (LR).

En la Figura 20 B se observa que a los 10 días hubo respuesta al estímulo del crecimiento y desarrollo de hipocótilo, raíz y cotiledones, en las dos condiciones. Sin embargo tuvo mayor crecimiento y diferencias significativas en LH y LR. Mostrando superioridad en las dos condiciones el árbol C3 con 3.4 cm (LH) a las 12 h y 4.2 cm (LH) en condición ambiente e iguales en LR con 2.5 cm. Mientras que los árboles C1 y C2 fueron inferiores en crecimiento.

La Figura 20 C muestra el aumento que tuvo el crecimiento del hipocótilo y raíz a los 15 días después de la siembra en las dos condiciones, presentando diferencias significativas. Siendo superior en las dos condiciones el árbol C3 con 6.2 cm (LH) y 3.2 cm (LR). En Lh. y AH no presentaron diferencias estadísticas los árboles en ninguna de las dos condiciones.

Los resultados del crecimiento de LH, LR, Lh y AH por árbol en cedro (Figura 21), en donde se observa la respuesta al estímulo del efecto del nivel de luz a 16 h en las tres fechas (días): a los cinco días (A), a los 10 días (B) y a los 15 días (C); encontrando diferencias altamente significativas entre ellos ($P \leq 0.05$); se muestran en la Figura.

En la Figura 21 A se observa que solo hubo respuesta al crecimiento de LH y LR a los cinco días en las dos condiciones, presentando los mejores crecimientos de estas variables los que se encontraban a 16 h luz al tener diferencias altamente significativas. Siendo el árbol C3 el que mayor crecimiento con 1.40 cm (Lh) y 0.60 cm (LR) alcanzó a los cinco días.

Sin embargo, a los 10 días (Figura 21 B) de la siembra los árboles presentaron diferencias significativas en LH y LR, aun cuando en esta fecha ya había presencia

de cotiledones no se encontró diferencias estadísticas. En las dos condiciones el árbol C3 fue superior en crecimiento, pero alcanzó mayor crecimiento con 3.53 cm (LH) y 2.5 cm (LR) a las 16 h.

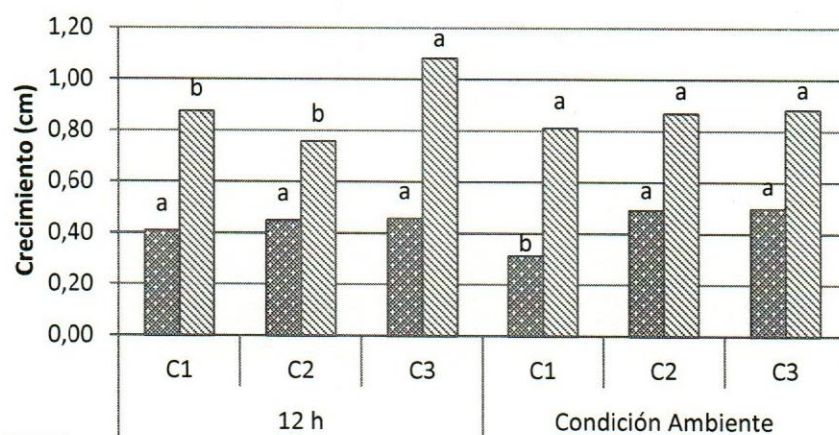
En la Figura 21 C se encontró diferencias altamente significativas en los árboles de las dos condiciones a los 15 días. Pero los árboles que estaban a 16 h fueron los que mayor crecimiento presentaron (C3, C1 y C2 respectivamente), teniendo un crecimiento de 4.55 cm (LH) y 2.58 cm (LR), 4.1 cm (LH) y 2.2 cm (LR), 3.53 cm (LH) y 2.4 cm (LR) respectivamente. El crecimiento en los de condición ambiente fue inferior a los de 16 h, sin embargo el árbol C3 fue el que mayor crecimiento presentó.

En la Figura 22, se muestran las gráficas con los resultados del crecimiento (de las variables evaluadas) LH, LR, Lh. y AH por árbol en roble, en donde se observa la respuesta al estímulo del efecto del nivel de luz a 8 h en las tres fechas (días): a los cinco días (gráfica A), a los 10 días (gráfica B) y a los 15 días (gráfica C); encontrando diferencias altamente significativas entre ellos ($P \leq 0.05$).

La Figura A se muestra los resultados del crecimiento a los cinco días, donde solo hubo crecimiento de LR y LH, presentando diferencias significativas en las de condición ambiente, mientras que las que tenían presencia de luz a 8 h no presentaron diferencias estadísticas. Siendo el árbol R45 el que mayor crecimiento en LH (0.9 cm) y LR (1.6 cm) presentó, seguido del RM1 y R83 respectivamente. Mientras que el efecto de la luz a 8 no tuvo influencia en el estímulo del crecimiento a los cinco días.

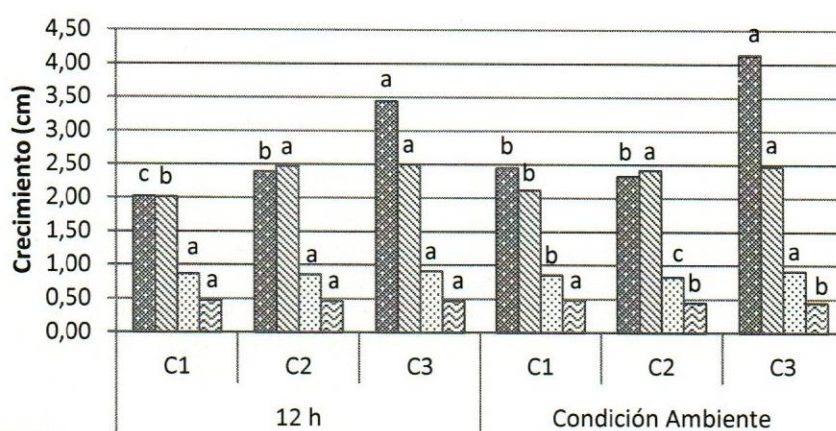
En la Figura 21 B se observa la respuesta del efecto del nivel de luz (8 h) más los de condición ambiente, presentando diferencias significativas en las variables de LH, LR, Lh y AH. Sin embargo hubo mayor crecimiento en las de condición ambiente, siendo el árbol R83 el que mayor crecimiento obtuvo, seguido de los árboles R45 y RM1 respectivamente, con un crecimiento de 1.69 cm (LH), 1.84 cm (LR), 1.25 cm (Lh) y 0.79 cm (AH) en el árbol R83.

Por lo tanto, a los 15 días (gráfica C) de acuerdo a los resultados se encontró diferencias significativas en cada una de las variables (LH, LR, LH y AH) que se evaluaron por árbol en las dos condiciones. En donde el árbol R83 fue el que mayor crecimiento presentó en las dos condiciones, seguido del árbol RM1 y R45, presentando un crecimiento de 3.0 cm (LH), 2.5 cm (LR), 1.5 cm (Lh) y a 0.8 cm (AH) el árbol R83.



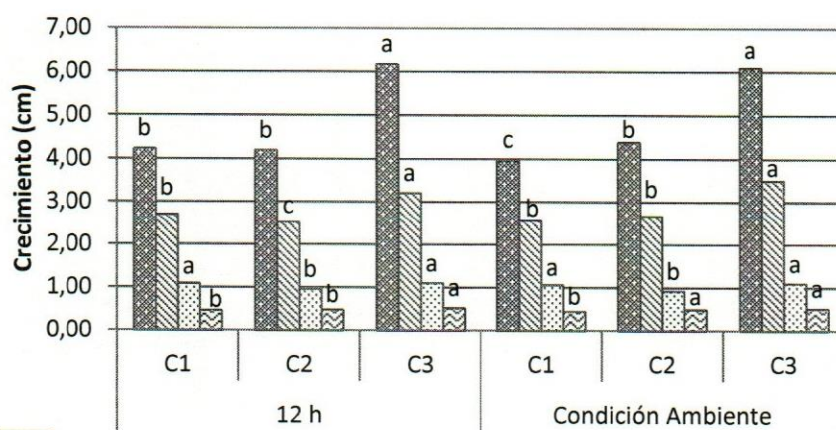
A

■ Long. Hip. ▨ Long. Raíz



B

■ Long. Hip. ▨ Long. Raíz ▩ Long. Hoja ▪ Ancho de Hoja



C

■ Long. Hip. ▨ Long. Raíz ▩ Long. Hoja ▪ Ancho de Hoja

Figura 20. Respuesta del crecimiento en cedro al efecto del nivel del fotoperiodo a 12 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C). Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

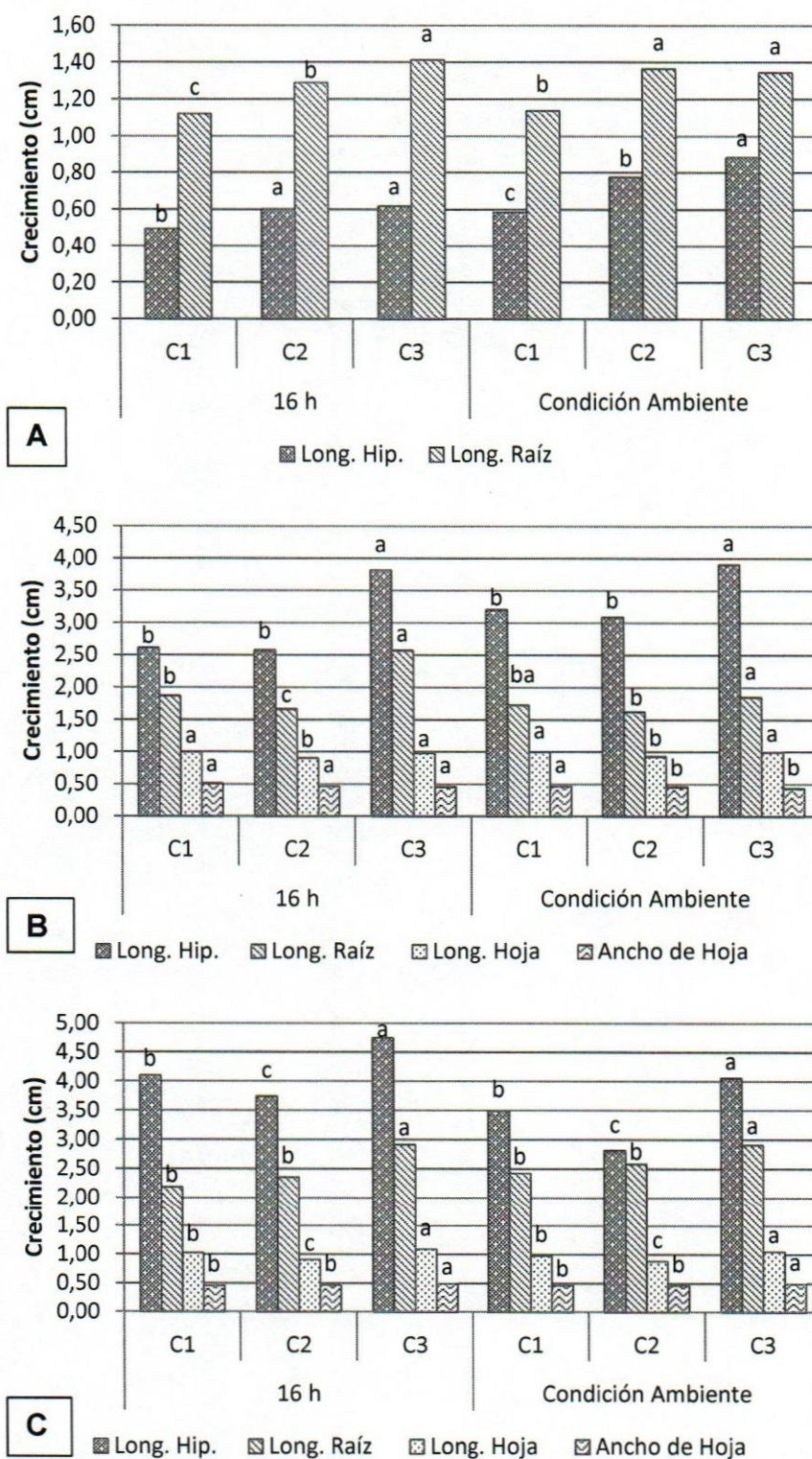


Figura 21. Respuesta del crecimiento en cedro al efecto del nivel del fotoperiodo a 16 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C). Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

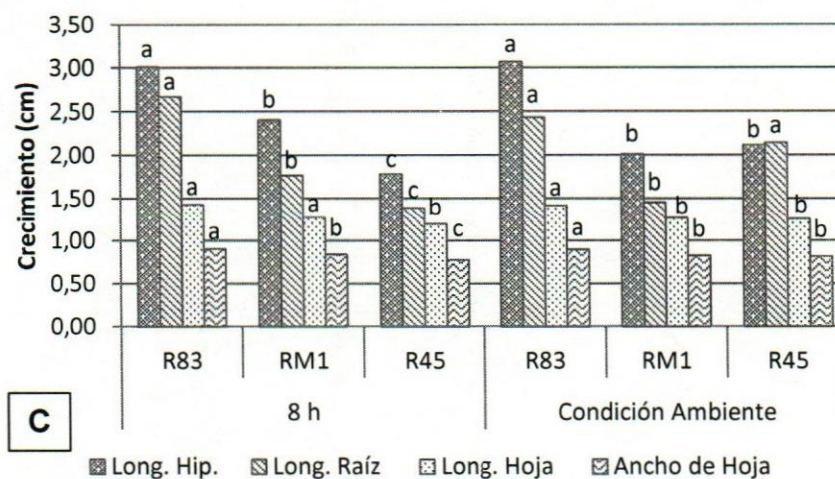
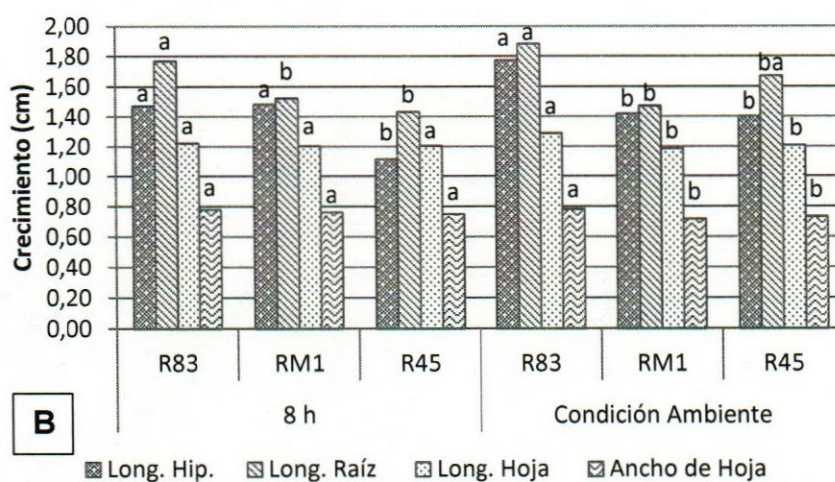
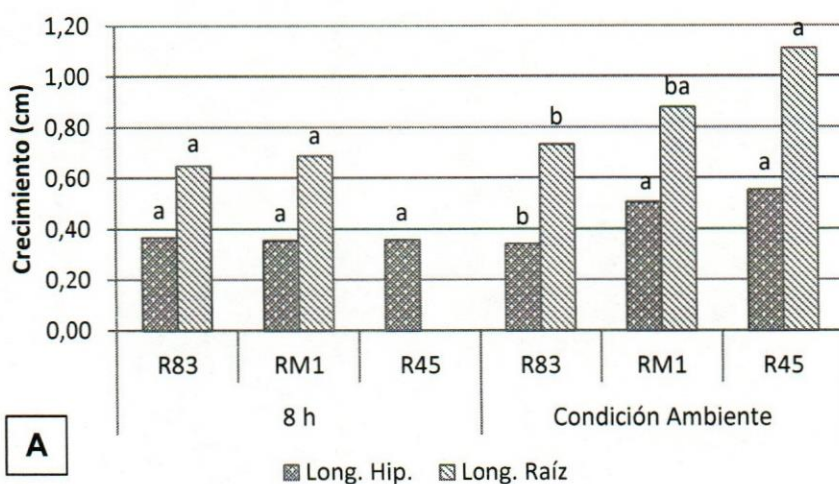


Figura 22. Respuesta del crecimiento en roble al efecto del nivel del fotoperiodo a 8 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C). Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En la Figura 23, se muestran las gráficas con los resultados del crecimiento de las variables evaluadas (LH, LR, Lh y AH) por árbol en roble, donde se observa la respuesta al estímulo del efecto del nivel de luz a 12 h en las tres fechas (días): a los cinco días (gráfica A), a los 10 días (gráfica B) y a los 15 días (gráfica C); encontrando diferencias altamente significativas entre ellos ($P \leq 0.05$).

En la Figura 23 A se presenta los resultados del crecimiento a los cinco días, encontrando respuesta al estímulo de LH y LR en las dos condiciones, donde solo hubo diferencias significativas en LH a las 12 h.

Los resultados del crecimiento a los 10 días se presentan en la gráfica B, donde se encontró diferencias altamente significativas entre las variables de las dos condiciones. En las del nivel de fotoperiodo a 12 h no hubo respuesta al estímulo del crecimiento de hoja, solo de hipocótilo y raíz. Sin embargo, en las de condición ambiente si hubo respuesta del crecimiento de hipocótilo, raíz y hoja (cotiledones), presentando estas el mayor crecimiento, siendo el árbol RM1 con mayor crecimiento (1.6 cm en LH, 1.62 cm en LR, 1.20 cm y 0.80 cm en Lh y AH), seguido de los árboles R45 y R83.

En la Figura 23 C se observan los resultados del crecimiento a los 15 días, encontrando diferencias altamente significativas entre los árboles y las variables en las dos condiciones. Presentando mayor crecimiento las de condición ambiente, siendo el árbol RM1 el de más crecimiento con, 3.57 cm en LH, 2.17 cm en LR, 1.35 cm en Lh y 0.82 en AH, posteriormente los árboles R83 y R45 respectivamente.

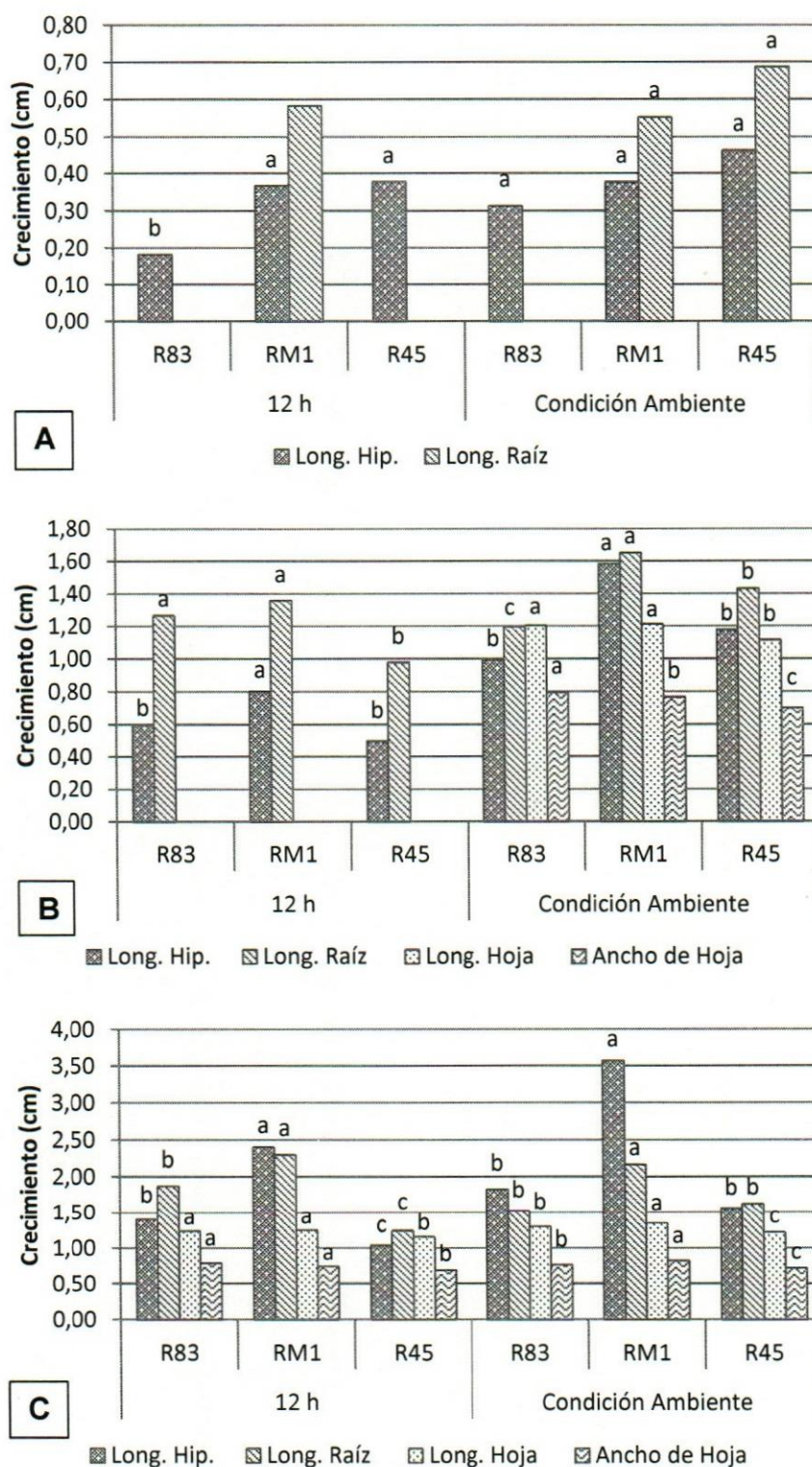


Figura 23. Respuesta del crecimiento en roble al efecto del nivel del fotoperiodo a 12 h, por fechas: 5 días (A), 10 días (B) y 15 días (C). Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

La Figura 24, presenta los resultados del crecimiento del hipocótilo, raíz y hoja en las tres fechas: cinco días, 10 días y 15 días de los árboles de C1 (grafica A), C2 (grafica B) y C3 (grafica C) con efecto del nivel de fotoperiodo a 8 h más el de condición ambiente, encontrando diferencias estadísticas entre ellos.

En la Figura 24 A presenta el crecimiento del C1 a 8 h más el de condición ambiente, obteniendo un crecimiento inferior de 0.5 cm en hipocótilo a los cinco días en las dos condiciones, mientras que a los 10 días el crecimiento fue lento alcanzando así 1.5 cm en condición de fotoperiodo, sin embargo en condición ambiente tuvo un crecimiento ascendente de hasta 2.8 cm. No obstante a los 15 días alcanzo 3.8 cm en condición de fotoperiodo y 4.3 cm en condición ambiente. En raíz presento un crecimiento de 2 cm a los 10 días en ambas condiciones, a los 15 días ascendió a 2.2 cm en fotoperiodo y 2.4 cm en condición ambiente. Por lo tanto en hoja obtuvo una longitud de 1 cm y ancho de 0.5 cm a los 15 días en ambas condiciones.

En las Figuras 24, 25 y 26, las gráficas muestran tendencias similares entre individuos, destaca crecimiento lineal del hipocótilo, la longitud de raíz y hoja muestran tendencias similares en los tres ejemplares evaluados. El efecto del fotoperiodo de 8, 12 y 16 h respecto a condición ambiente es semejante en sus tendencias

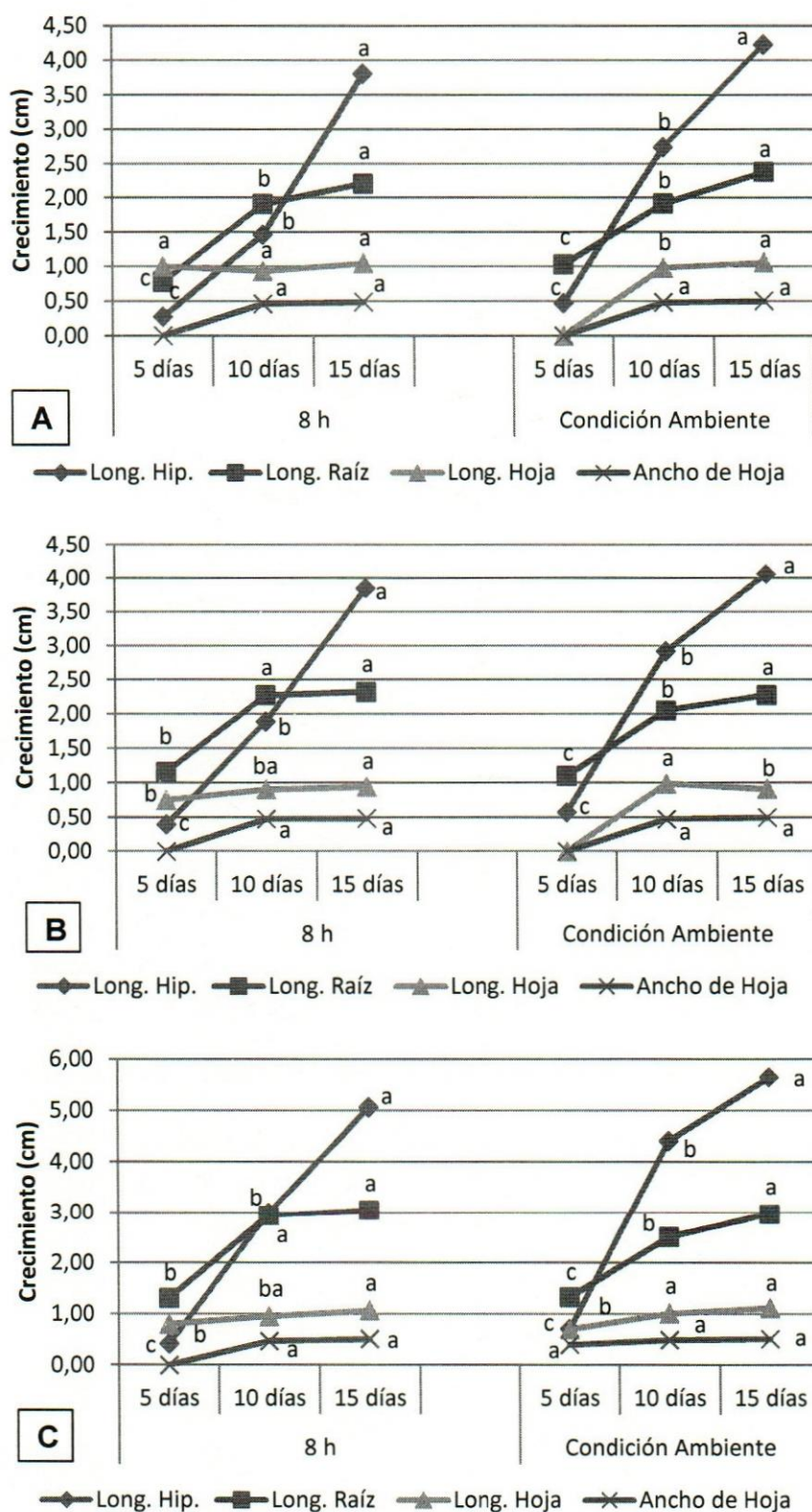


Figura 24. Respuesta del crecimiento en cedro por árbol: C1 (A), C2 (B) y C3 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 8 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días. Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

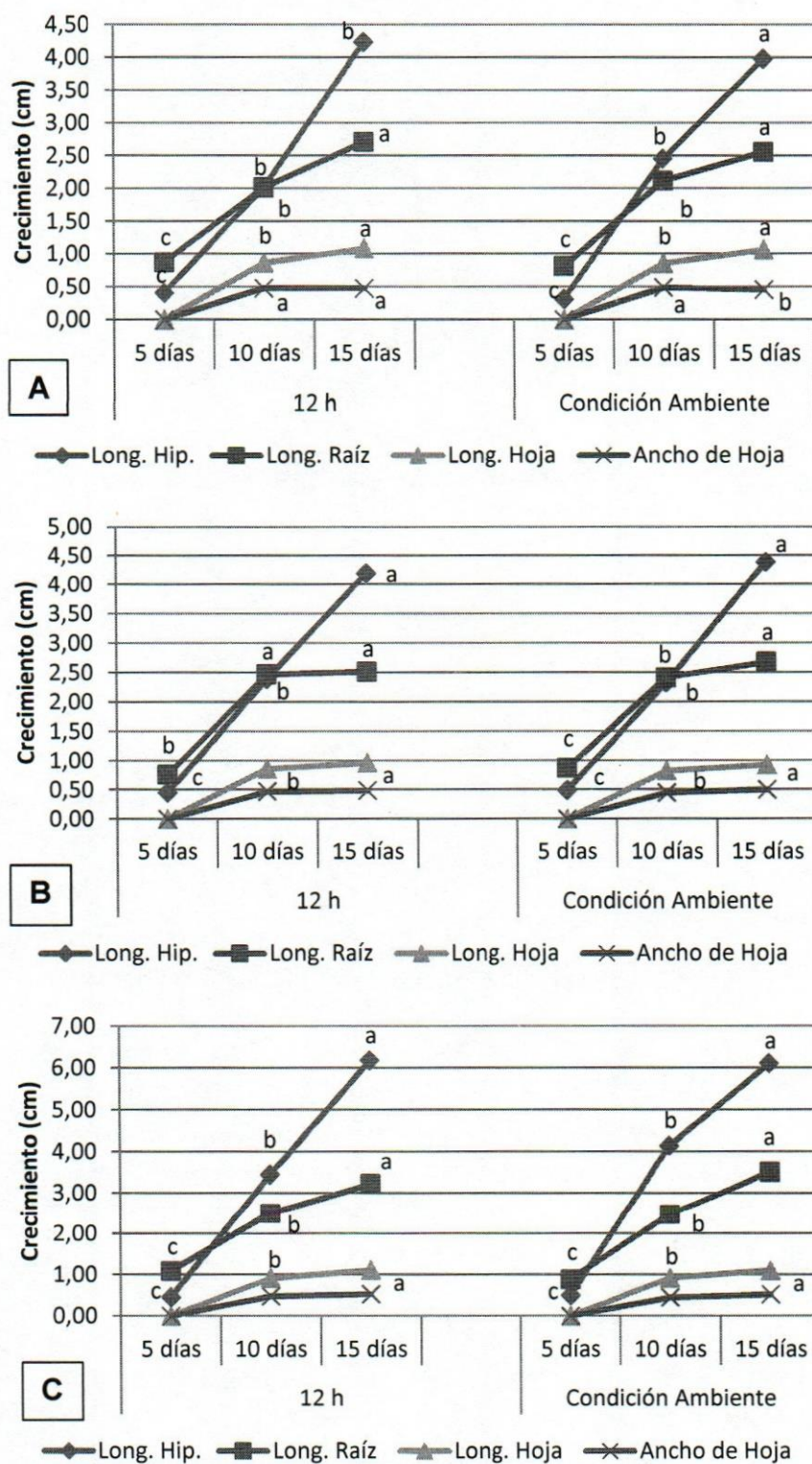


Figura 25. Respuesta del crecimiento en cedro por árbol: C1 (A), C2 (B) y C3 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 12 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días. Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

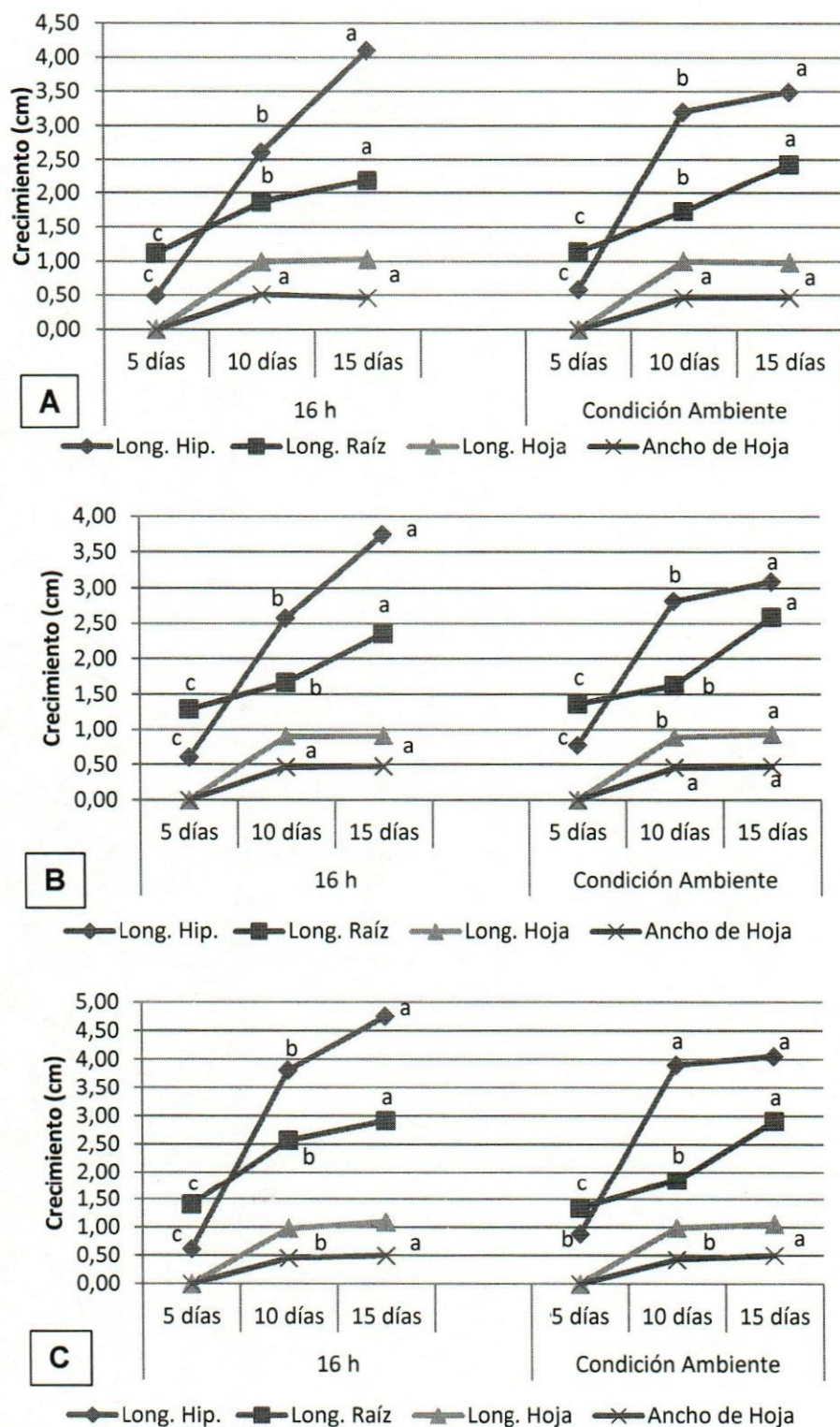


Figura 26. Respuesta del crecimiento en cedro por árbol: C1 (A), C2 (B) y C3 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 16 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días. Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

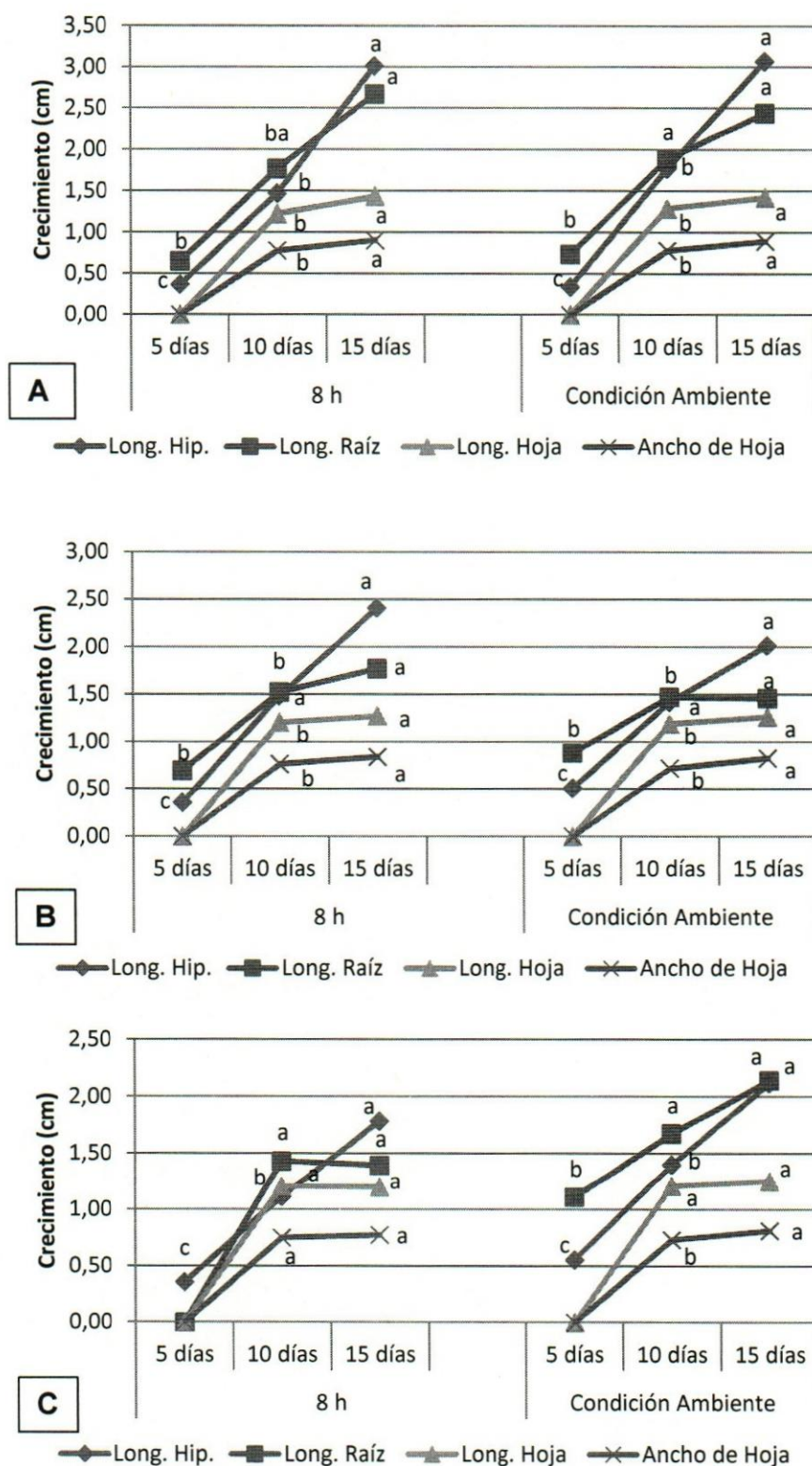


Figura 27. Respuesta del crecimiento en roble por árbol: R83 (A), RM1 (B) y R45 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 8 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días. Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

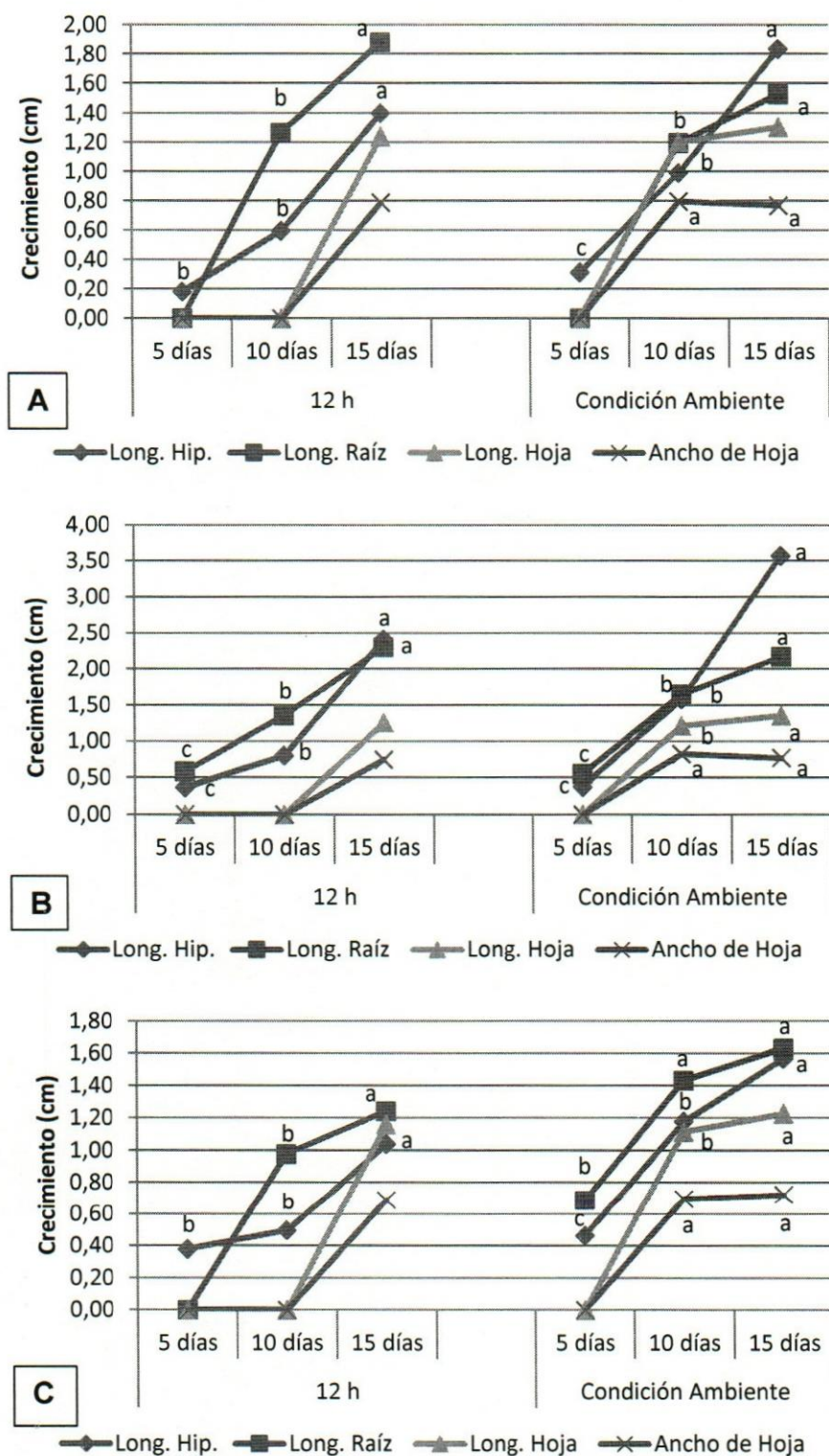


Figura 28. Respuesta del crecimiento en roble por árbol: R83 (A), RM1 (B) y R45 (C); al efecto del nivel de fotoperiodo a 12 h en las fechas: 5 días, 10 días y 15 días. Literales con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

En las Figuras 27 y 28, las gráficas muestran tendencias similares entre individuos, destaca crecimiento lineal del hipocótilo, la longitud de raíz y hoja muestran tendencias similares en los tres ejemplares evaluados. El efecto del fotoperiodo de 8 y 12 h respecto a condición ambiente es semejante en sus tendencias. Se observa un mayor crecimiento en cedro respecto al roble en los fotoperiodos evaluados.

Temperatura °C y Humedad relativa (%)

Cuadro 7. Promedio de temperaturas y humedad relativa

Hora	Cámara Bioclimática				Condición Ambiente			
	HR (%)		T (°C)		HR (%)		T (°C)	
	C	R	C	R	C	R	C	R
06:00 a.m.	91.00	67.78	26.93	27.16	54.20	64.56	28.26	26.74
10:00 a.m.	91.00	63.5	27.74	26.45	49.20	63.04	27.75	26.46
14:00 p.m.	90.70	61.08	28.54	28.51	44.00	59.5	28.69	28.48
18:00 p.m.	91.00	63.58	29.09	29.30	46.90	64.08	29.07	28.68

T: Temperatura

HR= Humedad relativa

5. DISCUSIÓN

Doria (2010) menciona que en todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla para su éxito. Las semillas son el punto de partida para la producción y es indispensable que tenga una buena respuesta en las condiciones de siembra y que produzca plántulas vigorosas, para alcanzar el máximo rendimiento, contribuyendo significativamente a mejorar su producción en términos de calidad y rentabilidad. En este sentido, las semillas sometidas a evaluación tuvieron características de calidad deseables y en términos generales se resume el promedio del peso de 100 semillas de cedro (1.41 g) y roble (1.62 g) permiten estimar en 70, 986 semillas y 62, 504 semillas, respectivamente. Esta información contrasta con lo obtenido por Quinto *et al.* (2009), quienes mencionan un número promedio de 94, 697 en cedro y 40, 209 semillas en roble.

Otros autores como Francis (1989) y CONABIO (2010) reportan en semillas de primavera (*Tabebuia donnell smithii*), desde 30,000 a 170, 000 semillas por kilogramo en la especie.

La pureza de las semillas de las dos especies fue de 83.8 % en cedro y 97.7 % en roble, donde las características típicas de las semillas aladas con un tegumento externo y membranoso (como es el caso de *C. odorata* y *T. rosea*), hacen que las únicas impurezas encontradas sean restos de alas. Quinto *et al.* (2009) mencionan un porcentaje de pureza de 96.8 % en cedro y 81.1 % en roble. Alzugaray *et al.* (2006), hallaron que la especie forestal quebracho blanco, *Aspidosperma quebracho-blanco* (Familia Apocynaceae), presenta un porcentaje de pureza del 99.9 %, ésta especie igualmente de distribución tropical de semillas aladas, entre las impurezas halladas en las semillas fueron restos de alas, semillas dañadas, cáscara del fruto, hojas y trozos de ramitas.

Gold, León-Villalobos y Way (2009), indican que la longevidad de las semillas depende de las condiciones ambientales y del manejo de postcosecha, es esencial mantener o reducir la humedad de las semillas a un nivel que minimice el envejecimiento. El contenido de humedad (C.H.) de las semillas en general fue bajo y no presentó diferencias estadísticas, encontrando un C.H. de 10.3 % en cedro y 9.4 % en roble. Sin embargo Quinto *et al.* (2009) reportan un C.H. inferior a lo encontrado en este estudio de 8.30 % en cedro y 8.74 % en roble. Mientras que los valores hallados por el Programa Nacional de Reforestación- Secretaría del Medio Ambiente y Pesca (PRONARE-SEMARNAP, 2000), para el caso de semillas de *Tabebuia rosea* y *Tabebuia chrysantha*, fueron inferiores con 6-8% y 7-8% de

humedad respectivamente. Se debe destacar que el contenido de humedad de las semillas entre 6 y 14 % permite la sobrevivencia del embrión.

En las pruebas de germinación se identificó que la incidencia directa de luz germinaron mejor que algunas pruebas establecidas a condición ambiente o en ausencia de luz. En general la germinación de semillas fue mayor a lo reportado por otros autores: Betancourt (1987) y Rodríguez (2001) reportaron una germinación del 54 % en roble; mientras que Alderete y de la Cruz, (2005) mencionan en un estudio el 75 %; no obstante Morales y Herrera (2010) hallaron el 85 % en cedro. Francis (1989) por su parte reporta 19 % la germinación de *Tabebuia donnel-smithii* en Costa Rica, mientras que Vozzo (2010) reportó 47 % para la germinación de las semillas de especies del género *Tabebuia*.

La prueba de viabilidad por TZ mostró en las dos primeras evaluaciones mayores valores en los árboles de cedro. La mayoría de las semillas no se tiñeron o se tiñeron originando mosaicos con grandes áreas no teñidas como resultado del envejecimiento natural. Estos resultados son comunes en semillas envejecidas tanto naturalmente como por malas condiciones de almacenamiento (Steiner *et al.*, 1999; citado por, 2006).

Carvalho y Nakagawa (1983) y Hartmann y Kester (1987) encontraron que la viabilidad de la semilla también está influenciada por las características genéticas de la planta progenitora, condiciones climáticas durante la floración, formación, desarrollo y maduración del fruto, el grado de madurez de la semilla a la cosecha y el manejo en colecta y postcosecha.

En este trabajo se encontró una viabilidad inferior a 85 % en cedro y 18 % a los 20 días después de la cosecha, en contraste con lo reportado por Betancourt (1987) y Rodríguez (2001) quienes encontraron 83 % en roble. Alderete y de la Cruz (2005) y Morales y Herrera (2010) reportaron 96 % en cedro, aunque Quinto *et al.* (2009) obtuvieron una viabilidad del 96 % en cedro y 99 % en roble.

Teniendo en cuenta que otro factor que influye considerablemente en la conservación de la viabilidad de la semilla aunada a la especie, es la calidad y cantidad de las sustancias químicas contenidas en el embrión y en los tejidos (Niembro, 1990; citado por Gómez, 2006a). Las causas que originan el deterioro de dichas sustancias y que conllevan a la pérdida del vigor y la germinación de las semillas son diversas y aún no se conocen, sin embargo, como las estructuras subcelulares están compuestas por lípidos y proteínas con el paso del tiempo la

membrana celular gradualmente se va deteriorando perdiendo así su capacidad selectiva, este deterioro se lleva a cabo a consecuencia de la auto oxidación de los lípidos, en semillas con reservas de aceites, formando peróxidos que activan algunas enzimas y que afectan la viabilidad y vigor de las semillas (Harrington, 1973; Priestley, 1986; Niembro, 1992; citado por Gómez, 2006b).

En este estudio se encontró una germinación del 67 % en cedro a los 20 días, obteniendo su máximo porcentaje (47 %) en las dos especies a los 11 días, por los que Márquez *et al.* (2005) presentaron un porcentaje de germinación del 97 %, obteniendo así un número de semillas germinadas de 1983 de un estudio de progenie (familia 2) en cedro, con un promedio de germinación de 39.17 %.

Sin embargo, por niveles de fotoperiodos (8, 12 y 16 h) se encontró en este trabajo el máximo porcentaje de germinación de 46 % a los 11 días, finalizando con un promedio superior al 64 % en el nivel de fotoperiodo a 12 h. En un estudio de mejora para la germinación de semillas de tres especies del trópico Quinto *et al.* (2009) presentaron una germinación en cedro del 54 % y 37.7 % en roble al exponerlas semillas a un régimen de temperatura de 28/24 °C (día/noche) y 12 h de luz.

Alderete y Márquez (2004) reportaron en un estudio de germinación y crecimiento inicial de plántulas un rango de 1.0 a 10.3 cm de altura y 0.92 cm a 3.08 cm de diámetro a los 30 días. Villaseñor *et al.* (2012) encontraron para los cuatro primeros meses de vida en etapa de vivero las plántulas de *C. odorata* alcanzaron alturas promedio de 54 cm. Sin embargo, los resultados obtenidos por Da Mata (2009) y Márquez *et al.* (2005), en condiciones de trópico húmedo bajo condiciones de vivero controlado, lograron crecimientos en altura de 20 cm en 6 meses. Contrastando con los autores en este trabajo se encontró un crecimiento de LH del 2.92 cm, LR 2.21 cm, Lh 0.97 cm y AH 0.49 cm en cedro; roble con LH 1.19 cm, LR 1.66 cm, Lh 1.24 cm y AH 0.75 cm a 12 h luz, presentando en este nivel de luz los mejores valores de crecimiento para las dos especies.

Los resultados son diferentes a lo reportado por Ramírez (2000) quien realizó un estudio de variación de semillas y plántulas de tres procedencias de *Pinus teocote Sch & Cham.*, encontrando el incremento de las diferencias hasta el séptimo mes de las mediciones para altura y hasta el quinto mes para diámetro. Sin embargo, Alderete y Márquez (2004) encontraron a lo largo de tres mediciones plántulas más altas de 8 a 14 cm. Referente al diámetro los incrementos fueron superiores de 3.9 a 4.8 cm al igual a lo largo de tres mediciones. Contrastante a los de Márquez *et al.* (2005) quienes a lo largo de cinco mediciones hallaron plántulas más altas con 9 a

20 cm y diámetros con valores sobresaliente de 5.2 cm a 6.9 cm. Rodríguez y García (2006), en un estudio de producción de plantas de calidad de *Cedrela odorata* L. obtuvieron valores de 40 cm de altura promedio a los cuatro meses. Los resultados obtenidos por Sánchez *et al.* (2003), citado por Villaseñor *et al.* (2012), en el estado de Veracruz fueron de 1.08 metros de crecimiento, y un diámetro de 1.2 cm anual promedio. Cintron (1981), refiere que en Centroamérica bajo condiciones favorables, se lograron crecimientos de hasta 3 metros y diámetros de 4 cm. Estos estudios con menores resultados en el crecimiento de la especie en estudio, demuestra el potencial que existe para el establecimiento de la especie.

La temperatura óptima y humedad relativa encontrada en este trabajo es de 28 °C en las dos especies, sin embargo presentó variación en la humedad relativa del 30 %, presentando cedro el 91 % y roble el 64 %. Datos contrastantes a lo reportado por Beard (1942) citado por Villaseñor *et al.* (2012) quienes refieren que las condiciones óptimas para el desarrollo de cedro oscilan entre los 23 °C y 32 °C. Pero similar a lo hallado por Manzanilla *et al.* (2001) quien reporta que se han encontrado ejemplares en condiciones extremas entre los 28 °C con presencia de algunas heladas.

6. CONCLUSIONES

El trabajo se inició para identificar la respuesta de las semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) y roble (*Tabebuia rosea* (Bertol) D.C.) durante su germinación a niveles diferentes de intensidad lumínica, temperatura y humedad. En este sentido las semillas muestran fototropismo positivo, las semillas de ambas especies necesitan luz para germinar, aunque con fotoperiodos cortos el cedro reduce su germinación. La temperatura en la cual crecen las semillas de mejor manera es a 28 °C prefiriendo humedad relativa entre 60 y 95 %.

Respecto a la hipótesis planteada se observa que en efecto, las semillas de cedro y roble tienen respuestas diferentes a los factores de intensidad lumínica, temperatura y humedad, por lo cual se acepta la hipótesis planteada.

Las semillas de cedro y roble usadas en este estudio fueron de buena calidad, el origen y preselección de los árboles semilleros favorece un alto nivel de calidad en las semillas, en buena medida por ser semillas del ciclo reciente y originarias de la zona muestran buenas condiciones de evaluación, los rangos de los parámetros de calidad de las semillas en este sentido puede emplearse como un referente para análisis de calidad de semillas.

6. LITERATURA CITADA

- ALDERETE, A; MÁRQUEZ, J. 2004. Variación en frutos de *Cedrela odorata* L. y determinación de su potencial y eficiencia de producción de semillas en el estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 6(1): 5-8.
- Alzugaray C., Carnevale N. J., Salinas A. R. & Pioli R. (2006). Calidad de Semillas de *Aspidosperma quebracho blanco* S. *Revista de Ciencias Forestales*. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
- Alba-Landa, Juan; Mendizábal-Hernández, Lilia del C.; Márquez Ramírez, Juan. (2008). EL MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL Y LAS PRUEBAS ESTABLECIDAS EN VERACRUZ. *Foresta Veracruzana*, Sin mes, 25-29.
- Alfonso-Corrado, Cecilia; Campos-Contreras, Jorge; Sánchez-García, Gerardo; Monsalvo Reyes, Alejandro; Clark-Tapia, Ricardo. (2014). Manejo forestal y diversidad genética de *Pinus patula* Schiede ex ScLhtdl, & Cham, en Sierra Juárez, Oaxaca. *Madera y Bosques*, . 11-22.
- Alfa, R., Alba, N., Agúndez, D., Iglesias, S. (coord.) 2005. Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. Materiales de base y de reproducción. Serie Forestal. DGB. Madrid. 384 pp.
- Antonio-Bautista, A. (Recopilador), 2007. *Manual de Ensayos de Semillas Forestales. Banco de Germoplasma Vegetal de Coahuila. SERMANAT. Coahuila, México.*
- APARICIO-RENTERIA, Armando; VIVEROS-VIVEROS, Héctor y REBOLLEDO-CAMACHO, Virginia. 2013. Huertos semilleros clonales: una alternativa para los programas de reforestación en Veracruz. *Rev. mex. de cienc. forestales* [online]. vol.4, n.20, pp. 90-97. ISSN 2007-1132.
- Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) 2010. Reglas del ISTA. Septiembre de 2010. Publicado en línea en: http://www.analisisdesemillas.com.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=31
- Azócar, A., Rada, F., García-Núñez, C. 2000. Aspectos ecofisiológicos para la conservación de ecosistemas tropicales contrastantes. *Bol. Soc. Bot. México* 65: 89-94
- Betancourt, B.A. 1987. *Silvicultura especial de árboles maderables tropicales*. Editorial científico técnico. Cd. de la Habana, Cuba. pp92-109.
- Bustamante-García, Verónica; Prieto-Ruíz, José Ángel; Merlín-Bermudes, Enrique; Álvarez-Zagoya, Rebeca; Carrillo-Parra, Artemio; Hernández-Díaz, José Ciro. (2012). Potencial y eficiencia de producción de semilla de *Pinus engelmannii* Carr., en tres rodales semilleros del estado de Durango, México. *Madera y Bosques*, Sin mes, 7-21

- CINTRON, B.B. 2000. *Cedrela odorata* L. IN: Francis J.K. y Lowe C.A. eds. Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. USDA Forest Service. General Technical Report IITF-15. Ríos Piedras Puerto Rico. pp 128-134.
- Centro de Investigación Científica de Yucatán. CICY. (2013). Banco de germoplasma. Yucatán, México. <http://www.cicy.mx/Sitios/Germoplasma/>
- Cuevas-Velázquez, César Luis; Covarrubias-Robles, Alejandra A.. (2011). LAS PROTEÍNAS DESORDENADAS Y SU FUNCIÓN: UNA NUEVA FORMA DE VER LA ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS Y LA RESPUESTA DE LAS PLANTAS AL ESTRÉS. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, Sin mes, 97-105.
- Doria Jessica. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales .Reserva Científica del departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, Vol. 31, No. 1, p. 74-85.
- Espinoza Ortiz, Silvino; Ramírez-García, Elba; Márquez Ramírez, Juan; Mendizábal-Hernández, Lilia del Carmen; Cruz-Jiménez, Héctor. (2012). VARIACIÓN DE SEMILLAS DE *Swietenia macrophylla* King PROCEDENTES DE CAMPECHE, MÉXICO. *Foresta Veracruzana*, . 37-42.
- Francis J. K. (1989). *Tabebuia donnell-smithii* Rose. SO-ITF-SM-25. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.
- García Rojas, T. & Abdelnour Esquivel, A. (2013). CRIOCONSERVACIÓN DE ÁPICES Y SEMILLAS DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) MEDIANTE LAS TÉCNICAS DE VITRIFICACIÓN Y DESHIDRATACIÓN. *Agronomía Costarricense*, 37(1) 113-126. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43628796009>
- Gold K., León-Lobos P. & Way M. (2004). Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p.
- Gómez T.J., Jasso M.J., Vargas H.J. & Soto, H.M. (2006). Deterioro de Semillas de dos Procedencias de *Swietenia Macrophylla* King., Bajo Distintos Métodos de Almacenamiento. Ra Ximhai. Vol. 2, número 001. Universidad Indígena de México. El Fuerte, México.
- Hartmann H. & Kester D. (1998). Propagación de plantas. Sexta reimpresión. Compañía Editorial Continental, S.A de C.V. México.
- Hartmann, H. y F. Kester. 2001. Propagación de plantas, principios y prácticas. Octava reimpresión. Editorial Continental. México. 760 pp.

- HERNÁNDEZ- CARMONA, O.; RAMÍREZGARCÍA, E.O. y MENDIZÁBAL-HERNÁNDEZ, L. 2003. Variación en semillas de cinco procedencias de *Pinus pseudostrobus* Lindl. *Foresta Veracruzana* 5(2): 23-34.
- Huerta-Paniagua, Rubén y Rodríguez-Trejo, Dante Arturo. 2011. Efecto del tamaño de la semilla y la temperatura en la germinación de *Quercus ragosa* Nee. *Rev. Chapingo*. Vol 17. n.2, pp 179-187. ISSN 0186-3231
- International Seed Testing Association (ISTA). (2003). Working Sheets on Tetrazolium Testing. Edition 2003. The International Seed Testing Association, Bassersdorf, Suiza.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2010). Reglas del ISTA. Septiembre de 2010. Publicado en línea en: http://www.analisisdesemillas.com.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=31
- Landa Moreno, Luis A.; Alba-Landa, Juan; Mendizábal-Hernández, Lilia del C.; Márquez Ramírez, Juan; Rodríguez-Juárez, María Concepción. (2014). POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS Y GERMINACIÓN DE *Casuarina equisetifolia* L.. *Foresta Veracruzana*, Marzo-Agosto, 41-46.
- Macías-Sámamo, J.E.; Alegría, D; Huerta, G.; Holguin, F.; Colomo, i. y Moreno, B. (2005). Manual de manejo de plantaciones de árboles de Primavera (*Tabebuia donnell-smithii*). ECOSUR. San Cristóbal de las Casas, México.
- Mápula L. M., López U. J., Vargas H. J. J. & Hernández L. A. (2008). Germinación y vigor de semillas en *Pseudotsuga menziesii* de México. *Ra Ximhai*, 4(1): 119-134
- Mardoqueo G. J. (2005). Guía Técnica: cultivo de jiquilite (*Indigofera sp.*) en el Salvador. Volumen 1.
- Márquez Ramírez, Juan; Xotla Valdés, Ulises; González de la Torre, Juan Elio. (2005). Estudio de germinación y crecimiento inicial de plántulas de cedrela odorata L.. *Foresta Veracruzana*, Sin mes, 45-53
- Mendizábal-Hernández, Lilia del C.; Cruz-Jiménez, Héctor; Márquez Ramírez, Juan; Jácome Álvarez, Yendi. (2009). POTENCIAL PRODUCTIVO DE UN HUERTO SEMILLERO DE *Pinus patula* ScLh. et Cham. EN POTRERO DE GARCÍA, VERACRUZ, MÉXICO. *Foresta Veracruzana*, Sin mes, 21-26.
- Mendizábal-Hernández, Lilia del C.; Hernández Viveros, Juan José; Alba-Landa, Juan. (2013). ESTUDIO DE CONOS Y SEMILLAS DE *Cedrela odorata* L. EN UNA GENERACIÓN PARENTAL Y UNA GENERACIÓN FILIAL. *Foresta Veracruzana*, Marzo-Agosto, 45-51.
- Mendizábal-Hernández, Lilia del C.; Márquez Ramírez, Juan; Alba-Landa, Juan; Ramírez-García, Elba O.; Cruz-Jiménez, Héctor. (2009). ALTERNATIVAS DE

USO DE UNA PRUEBA GENÉTICA DE *Liquidambar styraciflua* L.. *Foresta Veracruzana*, Sin mes, 27-32.

- Meza R. (2009). Guía para la Colecta y Beneficio de Semilla de Mezquite. Centro de Investigación Regional Noroeste Campo Experimental Todos Santos. (INIFAP-CONACYT-CONAFOR).
- Morales, O.E.R. y T.L.G. Herrera. 2010. Cedro (*Cedrela odorata* L.) Protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. Programa de germoplasma forestal. CONAFOR. Yucatán.
- Munive Martínez, Elizabeth; Vázquez Cuecuecha, Oscar; Zamora-Campos, Eunise M.; Fernández Pedraza, Enrique; García Gallegos, Elizabeth. (2008). VARIACIÓN DE CONOS Y SEMILLAS DE *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw DE DOS PROCEDENCIAS DEL ESTADO DE TLAXCALA. *Foresta Veracruzana*, Sin mes, 39-46.
- Negreros-Castillo, Patricia; Apodaca-Martínez, Maribel; Mize, Carl W. (2010). Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Madera y Bosques*, Sin mes, 7-18
- Orantes, G.C.; Miceli, M.C.L.; Garrido, R.E.R.; Velázquez, M.A.M.; Moreno, M.R.A. 2007. Cultivo y propagación de caoba, mojú y chicozapote. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Primera edición. Chiapas, México. 45 pp.
- Ottone, J.R. 1997. Relaciones entre la floración, fructificación y formación de semillas de las especies forestales nativas y su vinculación con aspectos ecológicos. Facultad de Agronomía de Morón, Buenos Aires. 11pp.
- Padilla J. D. (2010). Prueba de Viabilidad con Tetrazolio. Consultado en línea: <http://snics.sagarpa.gob.mx/certificacion/Paginas/Manual-de-Procedimientos.aspx>. Febrero de 2011.
- Payares-Díaz I. Mario-Contreras O.A., Medrano-Vélez M A., Millán-Romero E. (2014) Germinación y desarrollo de plántulas de *Myroxylon balsamum* (L.) Harms en el departamento de sucre. *Colombia Forestal*, 17(2), 193-201.
- Pece, Marta G.; Sobrero, María T.; Acosta, Marcia; Rossi, Fernando. (2014). TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart var. *decorticans*. *Foresta Veracruzana*, Septiembre-, 31-36.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles Tropicales de México: Manual para la identificación de las Principales Especies. Tercera edición. UNAM. Fondo de Cultura Económica. México.
- Pérez, Erika; Ceballos, González, Gerardo; Calvo, Irabién, Luz María. (2005). Germinación y supervivencia de semillas de *Thrinax radiata* (Arecaceae), una

especie amenazada en la Península de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, diciembre-Sin mes, 9-20.

- Pérez-Hernández, Isidro; Ochoa-Gaona, Susana; Vargas-Simón, Georgina; Mendoza-Carranza, Manuel; González-Valdivia, Noel Antonio. (2011). Germinación y supervivencia de seis especies nativas de un bosque tropical de Tabasco, México. *Madera y Bosques*, Sin mes, 71-91
- Pimental, B. (2009). Producción de plantas de árboles y arbustos de usos múltiples. Mundi Prensa. México D.F.
- Prieto R., J.A. y J. López U. 2006. Colecta de semillas forestales en el género *Pinus*. Folleto técnico núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP. Durango, Dgo. p:13-20
- PRONARE-SEMARNAP. (2000). Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. Programa Nacional de Reforestación- Secretaría del Medio Ambiente y Pesca. 2000. N° 4. Pág 3948.
- Puerta-Piñero, C. (2013). "Producción y manejo de semillas y plantas forestales" (tomos I y II) (2012-2013). Coordinado por Jesús Pemán y colaboradores. *Ecosistemas*, 22(1) Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54026241015>
- Quinto, L.; Martínez-Hernández, P.A.; Pimentel-Bribiesca, L.; Rodríguez-Trejo, D.A. 2009. Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(1): 23-28 pp.
- RAMÍREZ, E.O. 2000. Variación de semillas y plántulas de tres procedencias de *Pinus teocote* ScLh. & Cham. Tesis de Maestría. Instituto de genética Forestal. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 66p.
- Rangel Fajardo, Ma. Alma; Córdova Téllez, Leobigildo; López Andrade, Alejandro P.; Delgado Alvarado, Adriana; Zavaleta Mancera, Hilda A.; Villegas Monter, Ángel. (2011). TOLERANCIA A LA DESECACIÓN EN SEMILLAS DE TRES ORÍGENES GENÉTICOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, Julio-Septiembre, 175-182.
- Reino, J. Gonzalez, Yolanda y Snachez, J. A. 2008. Temperatura optima de germinación y patrnes de imbibición de las semillas de *Albizia lebbeck*, *Gericidia sepium* y *Bauhinia purpurea*. *Pastos y Forrajes*. Vol. 31, n.3, pp.1-1. ISSN 0864-0394
- Reyes-Bautista, Z. y Rodríguez Trejo, D. A.. (2005). EFECTO DE LA LUZ, TEMPERATURA Y TAMAÑO DE SEMILLA EN LA GERMINACIÓN DE *Nolina parviflora* (H.B.K.) Hemsl.. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, . 99-104.

- Sánchez, Monsalvo, Vicente; Salazar, García, J. Gustavo; Vargas, Hernández, Jesús; López, Upton, Javier; Jasso, Mata, Jesús. (2003). Parámetros genéticos y respuesta a la selección en características del crecimiento de *Cedrela odorata* L.. *Revista Fitotecnia Mexicana*, enero-marzo, 19-27
- Shibata M., Medeiros C. C. M., De Oliveira L. M. & García C. (2012). Accelerated aging of ipê seeds under controlled conditions of storage. *Revista Brasileira de Sementes*, 34 (2): 247 – 254.
- Solarte, M.E., Perez, L. V. y MALGAREJO, L.M. Ecofisiología vegetal. VIII. Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de Biología. Universidad Nacional De Colombia
- Steiner A. M.; Kruse M. and Fuchs H. 1999. A re-assessment of the comparison of tetrazolium viability testing and germination testing. *Seed Science and Technology*. 27:59-65.
- Trujillo, E. (1995). Manejo de semillas forestales: Guía técnica para el extensionista forestal. Turrialba Costa Rica. Manual técnico (CATIE). No 17.
- Vargas Figueroa, Jhon Alexander; Duque Palacio, Olga Lucía; Torres González, Alba Marina. (2015). Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, Marzo-Sin mes, 249-261.
- Venturini, M.; López, C.. (2010). Propagación de árboles selectos por injerto de púas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales*, Sin mes, 101-105.
- Villaseñor, L.O.; Cabanillas, B.R.; 2010. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales con sistema de riego por goteo en suelos agrícolas del Valle del yaquí, México. Vol. 20. *Revista Forestal Baracoa*, Cuba.
- Vozzo J. A. (2010). *Tropical tree seed manual*. Washington DC, USDA Forest Service.
- Zapata-Valenzuela, J. & Hasbun Zaror, R. (2011). Mejoramiento genético forestal acelerado mediante selección genómica. *Bosque*, 32(3) 209-213. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173121375001>.

7. APÉNDICE

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable pureza.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	313.9082764	62.781653	48.07	<.0001
Especie	1	276.7049785	276.7049785	211.87	<.0001
Árbol	4	37.2032979	9.3008245	7.12	0.0035
Especie*Árbol	0	0			
Error	12	15.671847	1.3059873		
Total	17	329.5801234			

$R^2=0.952449$ C.V.=1.301771 $\sqrt{CME}=1.142798$ Media=87.78796

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable peso de 100 semillas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	0.469818	0.093964	14.99	<.0001
Especie	1	0.192986	0.192986	30.79	0.0001
Árbol	4	0.276832	0.069208	11.04	0.0005
Especie*Árbol	0	0			
Error	12	0.075205	0.006267		
Total	17	0.545023			

$R^2=0.862014$ C.V.=5.228298 $\sqrt{CME}=0.079165$ Media=1.514167

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable contenido de humedad.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	20.82185	4.16437	1.64	0.2233
Especie	1	3.844421	3.844421	1.51	0.242
Árbol	4	16.97743	4.244357	1.67	0.2206
Especie*Árbol	0	0			
Error	12	30.46053	2.538378		
Total	17	51.28238			

$R^2=0.406023$ C.V.=16.15447 $\sqrt{CME}=1.593229$ Media=9.862465

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable germinación.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	2588.944	517.7889	7.74	0.0018
Especie	1	280.0556	280.0556	4.19	0.0633
Árbol	4	2308.889	577.2222	8.63	0.0016
Especie*Árbol	0	0			
Error	12	802.6667	66.88889		
Total	17	3391.611			

$R^2=0.763338$ C.V.=10.58333 $\sqrt{CME}=8.178563$ Media=77.27778

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable viabilidad a los 20 días.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	20914.66667	4182.93333	106.5	<.0001
Especie	1	20133.5556		512.59	<.0001
Árbol	4	781.11111	195.27778	4.97	0.0135
Especie*Árbol	0	0			
Error	12	471.33333	39.27778		
Total	17	21386			

$R^2=0.977961$ C.V.=12.13006 $\sqrt{CME}=6.267199$ Media=51.66667

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable viabilidad a los 45 días.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	23429.83	4685.967	206.23	<.0001
Especie	1	22969.39	22969.39	1010.88	<.0001
Árbol	4	460.4444	115.1111	5.07	0.0126
Especie*Árbol	0	0			
Error	12	272.6667	22.72222		
Total	17	23702.5			

$R^2=0.988496$ C.V.=10.71187 $\sqrt{CME}=4.766783$ Media=44.50000

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable viabilidad a los 60 días

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	15979.78	3195.956	59.55	<.0001
Especie	1	13888.89	13888.89	258.8	<.0001
Árbol	4	2090.889	522.7222	9.74	0.001
Especie*Árbol	0	0			
Error	12	644	53.66667		
Total	17	16623.78			
R ² =0.961260		C.V.=13.53835	√CME=7.325754	Media=54.11111	

Anexo 8. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los tres días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	29	223.4333333	7.7045977	1.17	0.297
Especie	1	0.53518519	0.53518519	0.08	0.7764
Material	4	74.64814815	18.66203704	2.84	0.0319
Especie*Material	0	0.00000000			
Fotoperiodo	5	62.74537037	12.54907407	1.91	0.1063
Especie*Fotoperiodo	3	24.15277778	8.05092593	1.22	0.3089
Material*Fotoperiodo	16	61.35185185	3.83449074	0.58	0.8844
Esp*Mat*Fotop	0	0.00000000			
Error	60	394.6666667	6.5777778		
Total correcto	89	618.1000000			
R ² =0.361484		C.V.=114.8381	√CME=2.564718	Media=2.233333	

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los cinco días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	29	7253.955556	250.136398	9.08	<.0001
Especie	1	891.918519	891.91852	32.39	<.0001
Material	4	1541.42593	385.35648	14.00	<.0001
Especie*Material	0	0.000000			
Fotoperiodo	5	1589.66204	317.93241	11.55	<.0001
Especie*Fotoperiodo	3	1742.15278	580.71759	21.09	<.0001
Material*Fotoperiodo	16	1488.7963	93.049769	3.38	0.0003
Esp*Mat*Fotop	0	0.00000000			
Error	60	1652.000000	27.533333		
Total correcto	89	8905.95556			
R ² =0.814506		C.V.=34.92973	√CME=5.247221	Media=15.02222	

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los ocho días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	29	17373.788890	599.096170	10.75	<.0001
Especie	1	36.816667	36.816667	0.66	0.4196
Material	4	7099.000000	1774.750000	31.84	<.0001
Especie*Material	0	0.000000			
Fotoperiodo	5	2166.263889	433.252778	7.77	<.0001
Especie*Fotoperiodo	3	312.708333	104.236111	1.87	0.1443
Material*Fotoperiodo	16	7759.000000	484.9375	8.70	<.0001
Esp*Mat*Fotop	0	0.0000000			
Error	60	3344.000000	55.73333		
Total correcto	89	2017.78889			
R ² 0.838593		C.V.=21.69496	√CME=7.465476	Media=34.41111	

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los 11 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	29	24701.955560	851.791570	16.92	<.0001
Especie	1	508.474074	508.474074	10.10	0.0023
Material	4	8976.537037	2244.134259	44.58	<.0001
Especie*Material	0	0.000000			
Fotoperiodo	5	6508.259259	1301.651852	25.85	<.0001
Especie*Fotoperiodo	3	1305.666667	435.222222	8.64	<.0001
Material*Fotoperiodo	16	7403.018519	462.688657	9.19	<.0001
Esp*Mat*Fotop	0	0.0000000			
Error	60	3020.666670	50.34444		
Total correcto	89	27722.62222			
R ² =0.89140		C.V.=15.64391	√CME=7.095382	Media=45.355556	

Anexo 12. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los 14 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	29	23555.288890	812.251340	22.41	<.0001
Especie	1	1158.668519	1158.668519	31.97	<.0001
Material	4	9094.759259	2273.689815	62.73	<.0001
Especie*Material	0	0.000000			
Fotoperiodo	5	5829.842593	1165.968519	32.17	<.0001
Especie*Fotoperiodo	3	1120.111111	373.370370	10.30	<.0001
Material*Fotoperiodo	16	6351.907407	396.994213	10.95	<.0001
Esp*Mat*Fotop	0	0.0000000			
Error	60	2174.666670	36.24444		
Total correcto	89	25729.95556			
$R^2 = 0.915481$	C.V.=12.18144	$\sqrt{CME}=6.020336$		Media=49.42222	

Anexo 13. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los 17 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	29	23831.066670	821.760920	28.64	<.0001
Especie	1	1960.816667	1960.816667	68.35	<.0001
Material	4	8585.611111	2146.402778	74.82	<.0001
Especie*Material	0	0.000000			
Fotoperiodo	5	6117.305556	1223.461111	42.65	<.0001
Especie*Fotoperiodo	3	1040.944444	346.981481	12.09	<.0001
Material*Fotoperiodo	16	6126.388889	382.899306	13.35	<.0001
Esp*Mat*Fotop	0	0.0000000			
Error	60	1721.333330	28.68889		
Total correcto	89	25552.40000			
$R^2 = 0.932635$	C.V.=9.894460	$\sqrt{CME}=5.356201$		Media=54.13333	

Anexo 14. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas a los 20 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	29	29327.600000	1011.296550	36.47	<.0001
Especie	1	3265.89630	3265.89630	117.76	<.0001
Material	4	12880.759260	3220.18981	116.11	<.0001
Especie*Material	0	0.000000			
Fotoperiodo	5	5357.32870	1071.46574	38.63	<.0001
Especie*Fotoperiodo	3	664.15278	221.38426	7.98	0.0001
Material*Fotoperiodo	16	7159.462960	447.46644	16.13	<.0001
Esp*Mat*Fotop	0	0.000000			
Error	60	1664.000000	27.73333		
Total correcto	89	30991.60000			
R ² =0.946308		C.V.=8.549099	√CME=5.266245	Media=61.60000	

Anexo 15. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los tres días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	171.259259	10.074074	1.27	0.2668
Material	2	67.592593	33.79630	4.25	0.022
Fotoperiodo	5	68.14815	13.62962963	1.72	0.156
Mat*Fotop	10	35.518519	3.55185185	0.45	0.9123
Error	36	286.000000	7.9444444		
Total correcto	53	457.25926			
R ² =0.374534		C.V.=122.7450	√CME=2.818589	Media=2.296296	

Anexo 16. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los cinco días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	5285.037037	310.884532	12.89	<.0001
Material	2	1387.259259	693.62963	28.77	<.0001
Fotoperiodo	5	3128.592593	625.718519	25.95	<.0001
Mat*Fotop	10	769.185185	76.918519	3.19	0.005
Error	36	868.000000	24.111111		
Total correcto	53	6153.03704			
R ² =0.858931		C.V.=27.91122	√CME=4.910307	Media= 7.59259	

Anexo 17. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los ocho días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	9255.333330	544.431370	11.45	<.0001
Material	2	4688.111111	2344.05556	49.29	<.0001
Fotoperiodo	5	2182.000000	436.400000	9.18	<.0001
Mat*Fotop	10	2385.222222	238.522222	5.02	0.0001
Error	36	1712.000000	47.55556		
Total correcto	53	10967.33333			
R2 =0.843900	C.V.=20.34901	$\sqrt{\text{CME}}=6.89654$		Media=33.88889	

Anexo 18. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los 11 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	15251.259260	897.132900	14.51	<.0001
Material	2	6405.481481	3202.740741	51.80	<.0001
Fotoperiodo	5	7140.370370	1428.074074	23.10	<.0001
Mat*Fotop	10	1705.407407	170.540741	2.76	0.0124
Error	36	2226.000000	61.83333		
Total correcto	53	17477.25926			
				Media=47.2963	
R2 =0.872634	C.V.=16.62586	$\sqrt{\text{CME}}=7.863417$		0	

Anexo 19. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los 14 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	14267.64815	839.27342	21.60	<.0001
Material	2	6603.703704	3301.85185	84.99	<.0001
Fotoperiodo	5	6352.092593	1270.4185	32.70	<.0001
Mat*Fotop	10	1311.851852	131.18519	3.38	0.0034
Error	36	1398.666670	38.85185		
Total correcto	53	15666.31481			
R2 =0.910721	C.V.=11.90622	$\sqrt{\text{CME}}=6.233125$		Media=52.35185	

Anexo 20. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los 17 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	13696.166670	805.656860	30.83	<.0001
Material	2	6144.444444	3072.22222	117.58	<.0001
Fotoperiodo	5	6582.833333	1316.566667	50.39	<.0001
Mat*Fotop	10	968.888889	96.888889	3.71	0.0017
Error	36	940.666670	26.12963		
Total correcto	53	14636.83333			
R2 =0.935733		C.V.=8.821752	$\sqrt{\text{CME}}=5.111715$	Media=57.94444	

Anexo 21. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en cedro a los 20 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	18816.14815	1106.83224	37.90	<.0001
Material	2	10982.37037	5491.18519	188.03	<.0001
Fotoperiodo	5	5110.14815	1022.02963	35.00	<.0001
Mat*Fotop	10	2723.629630	272.36296	9.33	<.0001
Error	36	1051.333330	29.20370		
Total correcto	53	19867.48148			
R2 =0.947083		C.V.=8.124121	$\sqrt{\text{CME}}=5.404045$	Media=66.51852	

Anexo 22. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los tres días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	11	51.6388889	4.69444440	1.04	0.4469
Material	2	7.05555556	3.52777778	0.78	0.4701
Fotoperiodo	3	18.7500000	6.25000000	1.38	0.2728
Mat*Fotop	6	25.8333333	4.30555556	0.95	0.4782
Error	24	108.6666667	4.5277778		
Total correcto	35	160.3055556			
R2 =0.322128		C.V.=99.48425	$\sqrt{\text{CME}}=2.127858$	Media=2.138889	

Anexo 23. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los cinco días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	1	1077.000000	97.909091	3.00	0.0119
Material	2	154.1666667	77.0833333	2.36	0.116
Fotoperiodo	3	203.2222222	67.7407407	2.07	0.1303
Mat*Fotop	6	719.6111111	119.9351852	3.67	0.0099
Error	24	784.000000	32.666667		
Total correcto	35	1861.000000			
R2 =0.578721 C.V.=51.18337		$\sqrt{CME}=5.715476$		Media=11.16667	

Anexo 24. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los ocho días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	11	8081.638889	734.694444	10.80	<.0001
Material	2	2410.888889	1205.444444	17.73	<.0001
Fotoperiodo	3	296.972222	98.990741	1.46	0.252
Mat*Fotop	6	5373.7777780	895.629630	13.17	<.0001
Error	24	1632.000000	68.000000		
Total correcto	35	9713.638889			
R2 =0.831989 C.V.=23.43043		$\sqrt{CME}=8.246211$		Media=35.19444	

Anexo 25. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los 11 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	11	8942.222222	812.929293	24.55	<.0001
Material	2	2571.055556	1285.527778	38.82	<.0001
Fotoperiodo	3	673.555556	224.518519	6.78	0.0018
Mat*Fotop	6	5697.611111	949.601852	28.68	<.0001
Error	24	794.666667	33.111111		
Total correcto	35	9736.888889			
R2 =0.918386 C.V.=13.55708		$\sqrt{CME}=5.754226$		Media=42.44444	

Anexo 26. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los 14 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	11	8128.972222	738.997475	22.86	<.0001
Material	2	2491.055556	1245.527778	38.52	<.0001
Fotoperiodo	3	597.861111	199.287037	6.16	0.0029
Mat*Fotop	6	5040.055556	840.009259	25.98	<.0001
Error	24	776.000000	32.333333		
Total correcto	35	8904.972222			
R2 =0.912858		C.V.=12.62830	$\sqrt{\text{CME}}=5.686241$	Media=45.02778	

Anexo 27. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los 17 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	11	8174.083333	743.098485	22.85	<.0001
Material	2	2441.166667	1220.583333	37.52	<.0001
Fotoperiodo	3	575.416667	191.805556	5.9	0.0037
Mat*Fotop	6	5157.500000	859.583333	26.43	<.0001
Error	24	780.666667	32.527778		
Total correcto	35	8954.750000			
R2 =0.912821		C.V.=11.77965	$\sqrt{\text{CME}}=5.703313$	Media=48.41667	

Anexo 28. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas en roble a los 20 días, después de la siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	11	7245.555556	658.686869	25.80	<.0001
Material	2	1898.388889	949.194444	37.18	<.0001
Fotoperiodo	3	911.333333	303.777778	11.90	<.0001
Mat*Fotop	6	4435.833333	739.305556	28.96	<.0001
Error	24	612.666667	25.527778		
Total correcto	35	7858.222222			
R2 =0.922035		C.V.=9.318139	$\sqrt{\text{CME}}=5.052502$	Media=54.22222	

Anexo 29. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en el nivel de fotoperiodo a 8h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	5818.841747	342.2848	576.06	<.0001
Especie	1	62.406558	62.40656	105.03	<.0001
Material	4	458.484859	114.6212	192.91	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	4867.733459	2433.867	4096.17	<.0001
Especie*Fechas	2	236.184224	118.0921	198.75	<.0001
Material*Fechas	8	194.032648	24.25408	40.82	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	2691	1598.940253	0.594181		
Total correcto	2708	7417.782001			
R ² =0.784445		C.V.=39.78701	√CME=0.770831	Media=1.937394	

Anexo 30. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en el nivel de fotoperiodo a 8h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	16	1128.213	70.51333	165.21	<.0001
Especie	1	16.86218	16.86218	39.51	<.0001
Material	4	253.491	63.37275	148.48	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	791.2463	395.6232	926.94	<.0001
Especie*Fechas	2	12.81437	6.407184	15.01	<.0001
Material*Fechas	7	53.79942	7.685632	18.01	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	2382	1016.651	0.426806		
Total correcto	2398	2144.864			
R ² =0.526007		C.V.=33.33423	√CME=0.653304	Media=1.959858	

Anexo 31. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en el nivel de fotoperiodo a 8h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	14	38.25977	2.73284057	93.68	<.0001
Especie	1	30.00271	30.00271212	1028.52	<.0001
Material	4	2.926386	0.7315965	25.08	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	3.768695	1.88434735	64.6	<.0001
Especie*Fechas	1	0.100902	0.10090158	3.46	0.0631
Material*Fechas	6	1.461074	0.24351227	8.35	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1433	41.80156	0.02917066		
Total correcto	1447	80.06133			
R ² =0.520236 C.V.=29.83104 √CME=0.556838 Media=1.866638					

Anexo 32. Análisis de varianza para la variable AH en el nivel de fotoperiodo a 8h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	11	39.91459	3.628599	124.17	<.0001
Especie	1	37.72028	37.72028	1290.81	<.0001
Material	4	0.617723	0.154431	5.28	0.0003
Especie*Material	0	0			
Fechas	1	0.279349	0.279349	9.56	0.002
Especie*Fechas	1	0.909506	0.909506	31.12	<.0001
Material*Fechas	4	0.38774	0.096935	3.32	0.0103
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1430	41.78769	0.029222		
Total correcto	1441	81.70228			
R ² =0.488537 C.V.=27.88175 √CME=0.170945 Media=0.613107					

Anexo 33. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	5306.272673	312.1337	284.48	<.0001
Especie	1	358.87271	358.8727	327.08	<.0001
Material	4	524.59572	131.1489	119.53	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	3956.096433	1978.048	1802.81	<.0001
Especie*Fechas	2	289.163196	144.5816	131.77	<.0001
Material*Fechas	8	177.544614	22.19308	20.23	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	2018	2214.150945	1.097201		
Total correcto	2035	7520.423619			
R ² =0.705582		C.V.=44.75452	√CME=1.047473	Media=2.340486	

Anexo 34. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	564.4439	33.20258	73.14	<.0001
Especie	1	6.387023	6.387023	14.07	0.0002
Material	4	110.6732	27.6683	60.95	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	427.0436	213.5218	470.4	<.0001
Especie*Fechas	2	0.289891	0.144946	0.32	0.727
Material*Fechas	8	20.05017	2.506272	5.52	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1713	777.5967	0.453939		
Total correcto	1730	1342.041			
R ² =0.420586		C.V.=34.31692	√CME=0.673750	Media=1.963316	

Anexo 35. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	12	29.86626	2.488855	83.91	<.0001
Especie	1	23.56715	23.56715	794.5	<.0001
Material	4	3.43509	0.858773	28.95	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	1.360751	0.680376	22.94	<.0001
Especie*Fechas	1	0.221823	0.221823	7.48	0.006
Material*Fechas	4	1.281444	0.320361	10.8	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1132	33.57825	0.029663		
Total correcto	1144	63.44451			
$R^2=0.470746$		C.V.=15.13097	$\sqrt{CME}=0.172229$	Media=1.138253	

Anexo 36. Análisis de varianza para la variable AH en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	12	31.46913	2.622428	353.29	<.0001
Especie	1	29.39278	29.39278	3959.75	<.0001
Material	4	0.613045	0.153261	20.65	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	0.900981	0.45049	60.69	<.0001
Especie*Fechas	1	0.537607	0.537607	72.43	<.0001
Material*Fechas	4	0.024722	0.00618	0.83	0.5044
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1164	8.640233	0.007423		
Total correcto	1176	40.10936			
$R^2=0.488537$		C.V.=27.88175	$\sqrt{CME}=0.170945$	Media=0.613107	

Anexo 37. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en el nivel de fotoperiodo a 12h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	8419.545	495.2674	771.49	<.0001
Especie	1	1738.257	1738.257	143.46	<.0001
Material	4	368.377	92.09426	143.46	<.0001
Especie*Material	0				
Fechas	2	5487.834	2743.917	4274.3	<.0001
Especie*Fechas	2	522.0035	261.0017	406.57	<.0001
Material*Fechas	8	303.0735	37.88419	59.01	<.0001
Especie*Material*Fechas	0				
Error	2564	1645.981	0.64196		
Total correcto	2581	10065.53			
<hr/>					
$R^2=0.836473$	C.V.=34.44657	$\sqrt{CME}=0.801223$	Media=2.325988		

Anexo 38. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en el nivel de fotoperiodo a 12h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	15	1256.782	83.78549	180.2	<.0001
Especie	1	147.2616	147.2616	316.6	<.0001
Material	4	52.21798	13.0545	28.07	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	1005.134	502.5671	1081	<.0001
Especie*Fechas	2	9.080102	4.540051	9.76	<.0001
Material*Fechas	6	43.08858	7.181429	15.44	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	2279	1059.915	0.465079		
Total correcto	2294	2316.697			
<hr/>					
$R^2=0.542489$	C.V.=33.26562	$\sqrt{CME}=0.681967$	Media=2.050065		

Anexo 39. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en el nivel de fotoperiodo a 12h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	8	30.6566	3.83207	73.39	<.0001
Especie	1	18.8532	18.8532	361.1	<.0001
Material	4	2.41815	0.60454	11.58	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	1	8.6928	8.6928	166.5	<.0001
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	2	0.69238	0.34619	6.63	0.0014
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1535	80.1506	0.05222		
Total correcto	1543	110.807			
$R^2=0.276666$		C.V.=22.34432	$\sqrt{CME}=0.228507$	Media=1.022662	

Anexo 40. Análisis de varianza para la variable AH en el nivel de fotoperiodo a 12h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	8	18.50813	2.3135159	306.29	<.0001
Especie	1	17.72348	17.723478	2346.4	<.0001
Material	4	0.414028	0.103507	13.7	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	1	0.201843	0.2018432	26.72	<.0001
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	2	0.168778	0.0843891	11.17	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1534	11.58684	0.0075534		
Total correcto	1542	30.09497			
$R^2=0.614991$		C.V.=16.06206	$\sqrt{CME}=0.086910$	Media=0.541089	

Anexo 41. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	17	7182.83	422.52	450.51	<.0001
Especie	1	793.755	793.76	846.33	<.0001
Material	4	711.201	177.8	189.58	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	5009.54	2504.8	2670.7	<.0001
Especie*Fechas	2	305.982	152.99	163.13	<.0001
Material*Fechas	8	362.354	45.294	48.29	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	2357	2210.57	0.9379		
Total correcto	2374	9393.4			
$R^2=0.764668$	C.V.=38.16516	$\sqrt{CME}=0.968439$	Media=2.537495		

Anexo 42. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	16	1327.129	82.94555	185.5	<.0001
Especie	1	160.9537	160.9537	359.9	<.0001
Material	4	50.52725	12.63181	28.24	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	1047.861	523.9303	1171	<.0001
Especie*Fechas	2	17.17518	8.587588	19.2	<.0001
Material*Fechas	7	50.61203	7.230289	16.17	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	2167	969.2455	0.447275		
Total correcto	2183	2296.374			
$R^2=0.577924$	C.V.=33.36294	$\sqrt{CME}=0.668786$	Media=2.004579		

Anexo 43. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	11	49.9955355	4.54504869	256.84	<.0001
Especie	1	36.1036451	36.1036451	2040.2	<.0001
Material	4	4.74477481	1.1861937	67.03	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	1	8.48909101	8.48909101	479.72	<.0001
Especie*Fechas	1	0.12589009	0.12589009	7.11	0.0077
Material*Fechas	4	0.53213456	0.13303364	7.52	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1543	27.3047603	0.01769589		
Total correcto	1554	77.3002958			

$R^2=0.646770$ C.V.=12.53137 $\sqrt{CME}=0.133026$ Media=1.061543

Anexo 44. Análisis de varianza para la variable AH en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	11	34.87637	3.17058	497.6	<.0001
Especie	1	32.92967	5168.49	5168	<.0001
Material	4	0.737713	0.18443	28.95	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	1	0.574007	0.57401	90.09	<.0001
Especie*Fechas	1	0.004854	0.00485	0.76	0.383
Material*Fechas	4	0.630133	0.15753	24.73	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1561	9.945507	0.00637		
Total correcto	1572	44.82188			

$R^2=0.778110$ C.V.=13.78383 $\sqrt{CME}=0.079820$ Media=0.579085

Anexo 45. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	8	4102.2	512.779	637	<.0001
Especie	0	0			
Material	2	210.71	105.357	130.9	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	3790.1	1895.04	2354	<.0001
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	4	101.45	25.3618	31.51	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1537	1237.3	0.805		
Total correcto	1545	5339.5			
<hr/>					
$R^2=0.768277$	C.V.=37.82142		$\sqrt{CME}=0.897219$	Media=2.372251	

Anexo 46. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	8	454.189	56.774	150.5	<.0001
Especie	0	0			
Material	2	72.3119	36.156	95.81	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	355.946	177.97	471.6	<.0001
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	4	25.9316	6.4829	17.18	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1311	494.709	0.3774		
Total correcto	1319	948.898			
<hr/>					
$R^2=0.478649$	C.V.=30.63907		$\sqrt{CME}=0.614290$	Media=2.004924	

Anexo 47. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	3.43059	0.6861	42.6	<.0001
Especie	0	0			
Material	2	1.94369	0.9718	60.4	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	1	1.00242	1.0024	62.3	<.0001
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	2	0.48448	0.2422	15	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	799	12.8675	0.0161		
Total correcto	804	16.2981			
R ² =0.210491		C.V.=12.64166	√CME=0.126903	Media=1.003851	

Anexo 48. Análisis de varianza para la variable AH en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	0.385971	0.07719	2.39	0.0362
Especie	0	0			
Material	2	0.031529	0.01576	0.49	0.6137
Especie*Material	0	0			
Fechas	1	0.018807	0.01881	0.58	0.4454
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	2	0.335635	0.16782	5.2	0.0057
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	802	25.87629	0.03226		
Total correcto	807	26.26226			
R ² =0.014697		C.V.=37.57081	√CME=0.179624	Media=0.478094	

Anexo 49. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	8	2649.621	331.203	310.4	<.0001
Especie	0	0			
Material	2	146.1039	73.052	68.46	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	2451.498	1225.75	1149	<.0001
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	4	52.01928	13.0048	12.19	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1316	1404.212	1.06703		
Total correcto	1324	4053.833			
<hr/>					
R ² =0.653609	C.V.=44.18684	√CME=1.032972	Media=2.372251		

Anexo 50. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	8	384.978	48.1222	155.2	<.0001
Especie	0	0			
Material	2	10.7815	5.39077	17.39	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	2	366.171	183.086	590.5	<.0001
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	4	8.02467	2.00617	6.47	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	1145	355.028	0.31007		
Total correcto	1153	740.006			
<hr/>					
R ² =0.520236	C.V.=29.83104	√CME=0.556838	Media=1.866638		

Anexo 51. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	1.925326	0.385065	24.58	<.0001
Especie	0	0			
Material	2	1.514656	0.757328	48.34	<.0001
Especie*Material	0	0			
Fechas	1	0.039992	0.039992	2.55	0.111
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	2	0.370678	0.185339	11.83	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	688	10.77769	0.015665		
Total correcto	693	12.70301			
R ² =0.151565		C.V.=12.70093	√CME=0.125161	Media=0.985447	

Anexo 52. Análisis de varianza para la variable AH en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	0.398567	0.079713	15.41	<.0001
Especie	0	0			
Material	2	0.000465	0.000233	0.04	0.956
Especie*Material	0	0			
Fechas	1	0.243667	0.243667	47.11	<.0001
Especie*Fechas	0	0			
Material*Fechas	2	0.154435	0.077217	14.93	<.0001
Especie*Material*Fechas	0	0			
Error	685	3.542765	0.005172		
Total correcto	690	3.941331			
R ² =0.101125		C.V.=15.48100	√CME=0.071916	Media=0.464544	

Anexo 53. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	2.895697	1.447848	47.1	<.0001
Material	2	2.895697	1.447848	47.1	<.0001
Error	729	22.43429	0.030774		
Total correcto	731	25.32999			
$R^2=0.114319$		C.V.=47.86111	$\sqrt{CME}=0.175425$	Media=0.366530	

Anexo 54. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	26.75789	13.37894	53.24	<.0001
Error	589	148.0224	0.251311		
Total correcto	591	174.7803			
$R^2=0.153094$		C.V.=44.72202	$\sqrt{CME}=0.501310$	Media=1.120946	

Anexo 55. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.043	0.0215	0.21	0.8266
Error	2	0.205	0.1025		
Total correcto	4	0.248			
$R^2=0.173387$		C.V.=39.04344	$\sqrt{CME}=0.320156$	Media=0.820000	

Anexo 56. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	5.23511	2.617555	20.22	<.0001
Material	2	5.23511	2.617555	20.22	<.0001
Error	499	64.58186	0.129423		
Total correcto	501	69.81697			
$R^2=0.074983$		C.V.=60.64347	$\sqrt{CME}=0.359753$	Media=0.593227	

Anexo 57. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	5.995397	2.997699	17.11	<.0001
Error	331	57.99167	0.175201		
Total correcto	333	63.98707			
R ² =0.093697 C.V.=35.55509 √CME=0.418571 Media=1.177246					

Anexo 58. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.177011	0.088505	1.46	0.2333
Error	459	27.82336	0.060617		
Total correcto	461	28.00037			
R ² =0.006322 C.V.=55.40532 √CME=0.246206 Media=0.444372					

Anexo 59. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	7.807388	3.903694	21.98	<.0001
Error	382	67.82934	0.177564		
Total correcto	384	75.63673			
R ² =0.103222 C.V.=43.97736 √CME=0.421383 Media=0.958182					

Anexo 60. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	2.329911	1.164956	14.62	<.0001
Error	398	31.71011	0.079674		
Total correcto	400	34.04002			
R ² =0.068446 C.V.=62.03801 √CME=0.282265 Media=0.454988					

Anexo 61. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.225319	0.11266	0.75	0.4744
Error	347	52.31265	0.150757		
Total correcto	349	52.53797			
R ² =0.004289 C.V.=44.71734 √CME=0.388274 Media=0.868286					

Anexo 62. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	1.943951	0.971975	4.86	0.008
Error	638	127.4964	0.199838		
Total correcto	640	129.4403			
R ² =0.015018 C.V.=77.65515 √CME=0.447032 Media=0.575663					

Anexo 63. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	5.56084	2.78042	18.47	<.0001
Error	412	62.02316	0.150542		
Total correcto	414	67.584			
R ² =0.082280 C.V.=29.39371 √CME=0.387997 Media=1.320000					

Anexo 64. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los cinco días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	9.112964	4.556482	26.61	<.0001
Error	569	97.44233	0.171252		
Total correcto	571	106.5553			
R ² =0.085523 C.V.=54.15430 √CME=0.413826 Media=0.764161					

Anexo 65. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los cinco días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	3.735162	1.867581	11.62	<.0001
Error	401	64.4459	0.160713		
Total correcto	403	68.18106			
R ² =0.054783 C.V.=30.94968 √CME=0.400890 Media=1.295297					

Anexo 66. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	270.1105	135.0553	229.56	<.0001
Error	620	364.7522	0.58831		
Total correcto	622	634.8628			
R ² =0.425463 C.V.=35.55164 √CME=0.767014 Media=2.157464					

Anexo 67. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	117.1154	58.55769	118.67	<.0001
Error	617	304.4542	0.493443		
Total correcto	619	421.5696			
R ² =0.277808 C.V.=29.27879 √CME=0.702455 Media=2.399194					

Anexo 68. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.149739	0.07487	2.83	0.0605
Error	375	9.933567	0.02649		
Total correcto	377	10.08331			
R ² =0.014850 C.V.=17.43320 √CME=0.162756 Media=0.933598					

Anexo 69. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.167545	0.083772	0.97	0.3794
Error	373	32.15349	0.086202		
Total correcto	375	32.32104			
R ² =0.005184 C.V.=59.76964 √CME=0.293602 Media=0.491223					

Anexo 70. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	270.4916	135.2458	73.94	<.0001
Error	442	808.457	1.829088		
Total correcto	444	1078.949			
R ² =0.250699 C.V.=39.07435 √CME=1.352438 Media=3.461191					

Anexo 71. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	30.68994	15.34497	30.3	<.0001
Error	433	219.31	0.50649		
Total correcto	435	249.9999			
R ² =0.122760 C.V.=32.35587 √CME=0.711681 Media=2.199541					

Anexo 72. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.054488	0.027244	0.67	0.5119
Error	350	14.21072	0.040602		
Total correcto	352	14.26521			
R ² =0.003820 C.V.=20.22444 √CME=0.201500 Media=0.996317					

Anexo 73. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.019817	0.009909	2.01	0.1361
Error	359	1.773553	0.00494		
Total correcto	361	1.79337			
R ² =0.011050		C.V.=14.50621	√CME=0.070287	Media=0.484530	

Anexo 74. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	230.326	115.163	116.82	<.0001
Error	617	608.2713	0.985853		
Total correcto	619	838.5973			
R ² =0.274656		C.V.=36.20105	√CME=0.992901	Media=2.742742	

Anexo 75. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	25.3545254	12.67726	21.75	<.0001
Error	613	357.235458	0.582766		
Total correcto	615	382.589984			
R ² =0.066271		C.V.=32.14058	√CME=0.763391	Media=2.375162	

Anexo 76. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.387659	0.193829	2.09	0.1247
Error	613	56.88644	0.0928		
Total correcto	615	57.2741			
R ² =0.006768		C.V.=34.54642	√CME=0.304631	Media=0.881802	

Anexo 77. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.006684	0.003342	0.56	0.5697
Error	614	3.643819	0.005935		
Total correcto	616	3.650502			
R ² =0.001831		C.V.=16.23336	√CME=0.077036	Media=0.474554	

Anexo 78. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	408.0272	204.0136	137.57	<.0001
Error	549	814.1788	1.483022		
Total correcto	551	1222.206			
R ² =0.333845		C.V.=39.50994	√CME=1.217794	Media=3.082246	

Anexo 79. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	11.39946	5.69973	8.96	0.0001
Error	544	345.9249	0.635891		
Total correcto	546	357.3243			
R ² =0.031902		C.V.=33.70108	√CME=0.797428	Media=2.366179	

Anexo 80. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.849618	0.424809	45.89	<.0001
Mat					
Error	528	4.887671	0.009257		
Total correcto	530	5.737288			
R ² =0.148087		C.V.=11.07263	√CME=0.096213	Media=0.868927	

Anexo 81. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.155343	0.077672	16.48	<.0001
Error	543	2.559107	0.004713		
Total correcto	545	2.714451			
$R^2=0.057228$		C.V.=15.10811	$\sqrt{CME}=0.068651$	Media=0.454396	

Anexo 82. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	181.0214	90.51072	76.15	<.0001
Error	496	589.5635	1.188636		
Total correcto	498	770.5849			
$R^2=0.234914$		C.V.=34.99053	$\sqrt{CME}=1.090246$	Media=3.115832	

Anexo 83. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	78.11147	39.05573	91.98	<.0001
Error	496	210.6153	0.424628		
Total correcto	498	288.7268			
$R^2=0.270538$		C.V.=30.67022	$\sqrt{CME}=0.651635$	Media=2.124649	

Anexo 84. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.390051	0.195025	12.36	<.0001
Error	392	6.18681	0.015783		
Total correcto	394	6.576861			
$R^2=0.059307$		C.V.=12.88253	$\sqrt{CME}=0.125629$	Media=0.975190	

Anexo 85. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.260512	0.130256	2.23	0.1084
Error	394	22.97178	0.058304		
Total correcto	396	23.23229			
$R^2=0.011213$		C.V.=50.98963	$\sqrt{CME}=0.241462$	Media=0.473552	

Anexo 86. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 10 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	62.0179	31.00895	14.64	<.0001
Error	413	874.9259	2.118465		
Total correcto	415	936.9438			
$R^2=0.066192$		C.V.=41.49152	$\sqrt{CME}=1.455495$	Media=3.507933	

Anexo 87. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 10 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	3.896813	1.948407	5.89	0.003
Error	409	135.4099	0.331076		
Total correcto	411	139.3067			
$R^2=0.027973$		C.V.=32.73876	$\sqrt{CME}=0.575392$	Media=1.757524	

Anexo 88. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 10 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.341258	0.170629	12.06	<.0001
Error	353	4.993433	0.014146		
Total correcto	355	5.334691			
$R^2=0.063970$		C.V.=12.16349	$\sqrt{CME}=0.118936$	Media=0.977809	

Anexo 89. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 10 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.069167	0.034583	8.27	0.0003
Error	353	1.476086	0.004182		
Total correcto	355	1.545253			
R ² =0.044761		C.V.=14.48754	√CME=0.064665	Media=0.446348	

Anexo 90. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	185.6065	92.80327	94.75	<.0001
Error	497	486.811	0.979499		
Total correcto	499	672.4175			
R ² =0.276029		C.V.=22.77782	√CME=0.989696	Media=4.345000	

Anexo 91. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	73.32271	36.66136	80.63	<.0001
Error	497	225.9793	0.454687		
Total correcto	499	299.302			
R ² =0.244979		C.V.=26.03292	√CME=0.674305	Media=2.590200	

Anexo 92. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	1.37813	0.689065	31.9	<.0001
Error	495	10.69191	0.0216		
Total correcto	497	12.07004			
R ² =0.114178		C.V.=14.43029	√CME=0.146969	Media=1.018474	

Anexo 93. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.019798	0.009899	1.28	0.2783
Error	495	3.820604	0.007718		
Total correcto	497	3.840402			
R ² =0.005155		C.V.=18.44497	√CME=0.087854	Media=0.476305	

Anexo 94. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	181.7693	90.88466	52.56	<.0001
Error	312	539.5324	1.729271		
Total correcto	314	721.3017			
R ² =0.252002		C.V.=27.06327	√CME=1.315017	Media=4.859048	

Anexo 95. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	34.12672	17.06336	43.72	<.0001
Error	313	122.1654	0.390305		
Total correcto	315	156.2922			
R ² =0.218352		C.V.=23.76253	√CME=0.624744	Media=2.629114	

Anexo 96. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	2.466949	1.233474	54.44	<.0001
Error	288	6.525835	0.022659		
Total correcto	290	8.992784			
R ² =0.274325		C.V.=14.58678	√CME=0.150530	Media=1.031959	

Anexo 97. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.01795	0.008975	1.87	0.1552
Error	311	1.48947	0.004789		
Total correcto	313	1.50742			
$R^2=0.011908$		C.V.=13.76205	$\sqrt{CME}=0.069205$	Media=0.502866	

Anexo 98. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	560.5228	280.2614	244.91	<.0001
Error	608	695.7523	1.144329		
Total correcto	610	1256.275			
$R^2=0.446178$		C.V.=21.50943	$\sqrt{CME}=1.069733$	Media=4.973322	

Anexo 99. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	56.57877	28.28938	47.6	<.0001
Error	608	361.3354	0.594302		
Total correcto	610	417.9142			
$R^2=0.135384$		C.V.=27.09381	$\sqrt{CME}=0.770910$	Media=2.845336	

Anexo 100. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	2.2986	1.1493	47.26	<.0001
Error	608	14.78674	0.02432		
Total correcto	610	17.08534			
$R^2=0.134536$		C.V.=14.82577	$\sqrt{CME}=0.155950$	Media=1.051882	

Anexo 101. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.346337	0.173168	32.87	<.0001
Error	608	3.203254	0.005269		
Total correcto	610	3.549591			
$R^2=0.097571$		C.V.=14.54070	$\sqrt{CME}=0.072585$	Media=0.499182	

Anexo 102. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	444.4563	222.2282	186.66	<.0001
Error	480	571.4636	1.190549		
Total correcto	482	1015.92			
$R^2=0.437491$		C.V.=21.67616	$\sqrt{CME}=1.091123$	Media=5.033747	

Anexo 103. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	94.673733	47.3368664	82.56	<.0001
Error	481	275.79321	0.5733747		
Total correcto	483	370.46694			
$R^2=0.135384$		C.V.=27.09381	$\sqrt{CME}=0.757215$	Media=3.008264	

Anexo 104. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	2.6908358	1.3454179	54.23	<.0001
Error	475	11.785398	0.0248114		
Total correcto	477	14.476234			
$R^2=0.185880$		C.V.=15.16165	$\sqrt{CME}=0.157516$	Media=1.038912	

Anexo 105. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.3778884	0.1889442	30.14	<.0001
Error	479	3.0029622	0.0062692		
Total correcto	481	3.3808506			
R ² =0.111773		C.V.=15.97490	√CME=0.079178	Media=0.495643	

Anexo 106. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	73.69137	36.8456852	28.54	<.0001
Error	403	520.22777	1.2908878		
Total correcto	405	593.91914			
R ² =0.124076		C.V.=26.45444	√CME=1.136172	Media=4.294828	

Anexo 107. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	44.539409	22.2697046	40.41	<.0001
Error	403	222.07037	0.5510431		
Total correcto	405	266.60978			
R ² =0.167058		C.V.=29.02100	√CME=0.742323	Media=2.557882	

Anexo 108. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	2.403464	1.201732	73.21	<.0001
Error	407	6.680658	0.0164144		
Total correcto	409	9.084122			
R ² =0.264579		C.V.=12.42106	√CME=0.128119	Media=1.031463	

Anexo 109. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en el nivel de fotoperiodo a 16 h (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.10935483	0.05467741	7.68	0.0005
Error	408	2.90451379	0.00711891		
Total correcto	410	3.01386861			
R ² =0.036284 C.V.=17.48742 $\sqrt{\text{CME}}$ =0.084374				Media=0.482482	

Anexo 110. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en cedro a los 15 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	85.651833	42.8259166	33.12	<.0001
Error	334	431.84372	1.2929453		
Total correcto	336	517.49555			
R ² =0.165512 C.V.=31.90368 $\sqrt{\text{CME}}$ =1.137078				Media=3.564095	

Anexo 111. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cedro a los 15 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	15.5548499	7.7774249	16.79	<.0001
Error	335	155.172162	0.4632005		
Total correcto	337	170.727012			
R ² =0.091109 C.V.=25.37100 $\sqrt{\text{CME}}$ =0.680588				Media=2.682544	

Anexo 112. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en cedro a los 15 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	1.5414285	0.77071424	44.64	<.0001
Error	335	5.784252	0.01726642		
Total correcto	337	7.3256805			
R ² =0.210414 C.V.=13.22626 $\sqrt{\text{CME}}$ =0.131402				Media=0.993491	

Anexo 113. Análisis de varianza para la variable AH en cedro a los 15 días en condición ambiente (P3-prueba 3); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.08627656	0.04313828	6.93	0.0011
Error	332	2.06667866	0.00622494		
Total correcto	334	2.15295522			
R ² =0.040074		C.V.=16.30532	√CME=0.078898	Media=0.483881	

Anexo 114. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.00289801	0.00144901	0.05	0.9492
Error	109	3.02629842	0.02776421		
Total correcto	111	3.02919643			
R ² =0.000957		C.V.=46.30796	√CME=0.166626	Media=0.359821	

Anexo 115. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	1	0.0026667	0.0026667	0.02	0.8812
Error	10	1.134	0.1134		
Total correcto	11	1.1366667			
R ² =0.002346		C.V.=49.28037	√CME=0.336749	Media=0.683333	

Anexo 116. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los cinco días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	1.2470176	0.6235088	15.69	<.0001
Error	126	5.0084863	0.0397499		
Total correcto	128	6.2555039			
R ² =0.199347		C.V.=45.04241	√CME=0.199374	Media=0.442636	

Anexo 117. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los cinco días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.8814346	0.440717	5.29	0.0105
Error	31	2.5823889	0.083303		
Total correcto	33	3.4638235			
R ² =0.254469		C.V.=33.72220	√CME=0.288622	Media=0.855882	

Anexo 118. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.1960877	0.09804386	2.93	0.0598
Error	72	2.4087123	0.03345434		
Total correcto	74	2.6048			
R ² =0.075279		C.V.=51.37788	√CME=0.182905	Media=0.356000	

Anexo 119. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los cinco días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	0	0			
Error	5	0.048333	0.009667		
Total correcto	5	0.048333			
R ² =0		C.V.=16.85472	√CME=0.098319	Media=0.583333	

Anexo 120. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los cinco días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.211383	0.105691	2.9	0.0607
Error	84	3.064479	0.036482		
Total correcto	86	3.275862			
R ² =0.064527		C.V.=46.94126	√CME=0.191002	Media=0.406897	

Anexo 121. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los cinco días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	1	0.1024	0.1024	2.79	0.1071
Error	25	0.916118	0.036645		
Total correcto	26	1.018519			
$R^2=0.100538$		C.V.=32.30350	$\sqrt{CME}=0.191428$	Media=0.592593	

Anexo 122. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	10.36199	5.180996	12.24	<.0001
Error	388	164.2973	0.423447		
Total correcto	390	174.6593			
$R^2=0.059327$		C.V.=47.33667	$\sqrt{CME}=0.650728$	Media=1.374680	

Anexo 123. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	7.388117	3.694058	10.96	<.0001
Error	342	115.301	0.337137		
Total correcto	344	122.6891			
$R^2=0.060218$		C.V.=35.90593	$\sqrt{CME}=0.580635$	Media=1.617101	

Anexo 124. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.0222	0.0111	0.4	0.6728
Error	272	7.606673	0.027966		
Total correcto	274	7.628873			
$R^2=0.002910$		C.V.=13.76478	$\sqrt{CME}=0.167230$	Media=1.214909	

Anexo 125. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.039362	0.019681	2.56	0.0792
Error	272	2.091692	0.00769		
Total correcto	274	2.131055			
$R^2=0.018471$		C.V.=11.40754	$\sqrt{CME}=0.087693$	Media=0.768727	

Anexo 126. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	10.66358	5.33179	8.24	0.0003
Error	320	207.0451	0.647016		
Total correcto	322	217.7087			
$R^2=0.048981$		C.V.=50.74462	$\sqrt{CME}=0.804373$	Media=1.585139	

Anexo 127. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	8.791154	4.395577	9.96	<.0001
Error	299	131.9325	0.441246		
Total correcto	301	140.7236			
$R^2=0.062471$		C.V.=38.37909	$\sqrt{CME}=0.664263$	Media=1.730795	

Anexo 128. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.470844	0.235422	11.37	<.0001
Error	225	4.658761	0.020706		
Total correcto	227	5.129605			
$R^2=0.091790$		C.V.=11.52368	$\sqrt{CME}=0.143894$	Media=1.248684	

Anexo 129. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 10 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.188683	0.094341	7.63	0.0006
Error	226	2.795859	0.012371		
Total correcto	228	2.984541			
$R^2=0.063220$		C.V.=14.71438	$\sqrt{CME}=0.111225$	Media=0.755895	

Anexo 130. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	6.280238	3.140119	28.78	<.0001
Error	379	41.35675	0.109121		
Total correcto	381	47.63699			
$R^2=0.131835$		C.V.=47.99836	$\sqrt{CME}=0.330334$	Media=0.688220	

Anexo 131. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 10 días en el nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	4.393078	2.196539	9.51	<.0001
Error	290	66.99975	0.231034		
Total correcto	292	71.39283			
$R^2=0.061534$		C.V.=37.29694	$\sqrt{CME}=0.480660$	Media=1.288737	

Anexo 132. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	28.6025	14.30125	25.81	<.0001
Error	429	237.7075	0.554097		
Total correcto	431	266.31			
$R^2=0.107403$		C.V.=55.66397	$\sqrt{CME}=0.744377$	Media=1.337269	

Anexo 133. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	13.74928	6.874638	20.19	<.0001
Error	380	129.3817	0.340478		
Total correcto	382	143.131			
R ² =0.096061		C.V.=39.08402	√CME=0.583505	Media=1.492950	

Anexo 134. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.319911	0.159955	6.75	0.0015
Error	189	4.479256	0.0237		
Total correcto	191	4.799167			
R ² =0.066660		C.V.=12.94128	√CME=0.153947	Media=1.189583	

Anexo 135. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 10 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.217537	0.108769	34.63	<.0001
Error	188	0.590421	0.003141		
Total correcto	190	0.807958			
R ² =0.269243		C.V.=7.402306	√CME=0.056040	Media=0.757068	

Anexo 136. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	92.04933	46.02466	28.72	<.0001
Error	348	557.6191	1.602354		
Total correcto	350	649.6684			
R ² =0.141687		C.V.=50.16487	√CME=1.265841	Media=2.523362	

Anexo 137. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	103.0605	51.53026	75.98	<.0001
Error	327	221.7602	0.678166		
Total correcto	329	324.8207			
R ² =0.317284		C.V.=39.41945	√CME=0.823508	Media=2.089091	

Anexo 138. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	3.003366	1.501683	32.47	<.0001
Error	289	13.36441	0.046244		
Total correcto	291	16.36777			
R ² =0.183493		C.V.=16.12963	√CME=0.215043	Media=1.333219	

Anexo 139. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 8 h (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.840149	0.420074	32.73	<.0001
Error	290	3.721899	0.012834		
Total correcto	292	4.562048			
R ² =0.184160		C.V.=13.23498	√CME=0.113288	Media=0.855973	

Anexo 140. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	81.43172	40.71586	22.03	<.0001
Error	319	589.5261	1.848044		
Total correcto	321	670.9578			
R ² =0.121366		C.V.=52.89858	√CME=1.359428	Media=2.569876	

Anexo 141. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	44.61635	22.30818	28.02	<.0001
Error	306	243.6148	0.796127		
Total correcto	308	288.2311			
R ² =0.154794		C.V.=41.54108	√CME=0.892259	Media=2.147896	

Anexo 142. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	1.850858	0.925429	30.42	<.0001
Error	269	8.182928	0.03042		
Total correcto	271	10.03379			
R ² =0.184463		C.V.=12.96536	√CME=0.174413	Media=1.345221	

Anexo 143. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 15 días en condición ambiente (P2-prueba 2); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.426177	0.213089	22.12	<.0001
Error	268	2.581351	0.009632		
Total correcto	270	3.007528			
R ² =0.141703		C.V.=11.40504	√CME=0.098142	Media=0.860517	

Anexo 144. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	154.928	77.46402	122.91	<.0001
Error	429	270.3686	0.63023		
Total correcto	431	425.2967			
R ² =0.364282		C.V.=44.44685	√CME=0.793870	Media=1.786111	

Anexo 145. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	66.38045	33.19022	61.25	<.0001
Error	381	206.4668	0.541908		
Total correcto	383	272.8473			
R ² =0.243288		C.V.=37.52545	√CME=0.736144	Media=1.961719	

Anexo 146. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.243768	0.121884	4.51	0.0117
Error	314	8.477431	0.026998		
Total correcto	316	8.721199			
R ² =0.027951		C.V.=13.25023	√CME=0.164311	Media=1.240063	

Anexo 147. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 15 días en nivel de fotoperiodo a 12 h (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.245436	0.122718	8.08	0.0004
Error	312	4.739771	0.015192		
Total correcto	314	4.985206			
R ² =0.049233		C.V.=16.37496	√CME=0.123254	Media=0.752698	

Anexo 148. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo en roble a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	366.8508	183.4254	138.45	<.0001
Error	417	552.4447	1.324807		
Total correcto	419	919.2955			
R ² =0.399057		C.V.=44.01540	√CME=1.151003	Media=2.615000	

Anexo 149. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz en roble a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	35.06171	17.53085	41.46	<.0001
Error	390	164.917	0.422864		
Total correcto	392	199.9787			
R ² =0.175327		C.V.=34.72283	√CME=0.650280	Media=1.872774	

Anexo 150. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en roble a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.910079	0.455039	25.96	<.0001
Error	351	6.152435	0.017528		
Total correcto	353	7.062514			
R ² =0.128860		C.V.=10.09426	√CME=0.132395	Media=1.311582	

Anexo 151. Análisis de varianza para la variable AH en roble a los 15 días en condición ambiente (P1-prueba 1); en la germinación de las semillas en cámaras húmedas.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	2	0.634017	0.317009	29.34	<.0001
Error	351	3.793017	0.010806		
Total correcto	353	4.427034			
R ² =0.143215		C.V.=13.17562	√CME=0.103953	Media=0.788983	