



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

“Correlación de la emergencia con pruebas de
vigor y viabilidad en semillas de *Pinus ayacahuite*
Ehrenberg, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw y
Leucaena leucocephala (Lam.)”

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA**

**P R E S E N T A
NIEVES SOCORRO MILLÁN MOTOLINIA**

**Director: ING. FRANCISCO CAMACHO
MORFÍN**

2008



Facultad de Ciencias

UNAM



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Millán
Motolinía
Nieves Socorro
01 (595) 95 4 45 60
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
099252773

2. Datos del tutor

Ingeniero
Francisco
Camacho
Morfin

3. Datos del sinodal 1

M. en C.
Carlos
Mallén
Rivera

4. Datos del sinodal 2

M. en C.
Jaime
Jiménez
Ramírez

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
María del Pilar
De la Garza
López de Lara

6. Datos del sinodal 4

M. en C.
Tomás
Hernández
Tejeda

7. Datos del trabajo escrito.

Correlación de la emergencia con pruebas de vigor y viabilidad en semillas de *Pinus ayacahuite* Ehrenberg, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw y *Leucaena leucocephala* (Lam.)

135

2008

**“La Fe y la ciencias se integran y completan,
para que el hombre sepa ser dignamente ciudadano del
mundo y ciudadano del Cielo”.**

**“El estudio de la Fe debe ser paralelo
al estudio de las ciencias humanas, para que no haya ni
desequilibrios ni falsas e inútiles tenciones”.**

DEDICATORIAS

A Ti mi amado Papá Dios dedico esta Tesis por el infinito AMOR que me tienes, te regalo y agradezco cada día de trabajo que me diste al hacerla, y encuentro este como un buen momento para darte las gracias por la vida que me has regalado, la familia hermosa con la que la comparto y los buenos amigos que me rodean.

Dedico esta Tesis muy especialmente a mis amorosos padres Soledad D. Motolinía y Luís Millán, les agradezco su confianza, cuidado y cariño con el que me han criado a mi y a mis hermosos hermanos, los Amo inmensamente.

A mi hermano y hermanas que son el tesoro de mi vida no encuentro la forma de decirles lo feliz y afortunada que soy por estar a su lado gracias por todo su Amor.

A mis bellos sobrinos que siempre me despiertan ternura y me hacen sonreír.

A mi abuelita Luisita ⁽⁺⁾ por todos sus cuidados y cariño que me dio durante mi infancia.

A mis primos con los que he compartido momentos muy hermosos de mi vida.

A mis queridas tías Clarita ⁽⁺⁾ por siempre ayudar a mi mamá, a Lupita por sus consejos y hospitalidad, Mari por sus sonrisas y Cruz por su buen animo e inspiración.

A mis queridos tíos Héctor, Jesús y Raúl por que a su modo siempre han cuidado de la familia.

A mi linda familia de Zacatecas por su hospitalidad y cariño.

A mi reciente regalo de Dios mis muy queridos amigos de MCU a cada uno con mucho cariño, gracias por su linda amistad.

A mis buena amigas Lis, Siomara, Ale, Nax, Hilda y Viris extraño los tacos y las buenas platicas con ustedes en la Facultad.

A mis muy queridos amigos de INIFAP, Migue, Liliana, Nata, José, Víctor, Meli, Blas, Edgardo, Amaranta y Francisco, gracias por tan buenos momentos y su amistad sincera.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México por mi formación académica.

Al Laboratorio de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias CENID – COMEF.

Agradezco muy especialmente a mi director de Tesis:

Ing. Francisco Camacho Morfín
Quien deposito en mi la confianza para el termino de este trabajo. Agradezco sus consejos y amistad.

M. en C. Maria de Pilar de la Garza López de Lara
Gracias por su asesoramiento durante el desarrollo de este trabajo, sus apoyos y amistad.

Biol. Felipe Nepomuceno
Gracias por su calidad humana y sus atinadas correcciones a mi trabajo.

M. en C. Tomas Hernández Tejeda
Gracias por su atento asesoramiento durante el desarrollo de este trabajo y todos sus detalles para con migo a lo largo de mi estancia en INIFAP.

M. en C. Carlos Mallén Rivera
M .en C. Jaime Jiménez Ramírez
Gracias por sus consejos, sugerencias y correcciones a mi trabajo.

Dra. Susana Hilda Azpiroz Rivero
Dra. Teresita del Niño Jesús Marín Hernández
Les agradezco por compartirme sus experiencias y enriquecer mi vida.

Dr. Héctor Mario Benavides Meza
Le agradezco por abrirme las puertas de INIFAP y depositar en mi su confianza para recibirme en el taller.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pag.
INDICE DE CONTENIDO.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCION.....	2
3. ANTECEDENTES.....	3
3.1. Descripción de las especies.....	3
3.1.1 <i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenberg.....	3
3.1.2 <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> Shaw.....	8
3.1.3 <i>Leucaena leucocephala</i> Lam.....	12
3.2. Viabilidad.....	18
3.3. Vigor.....	19
3.4. Métodos indirectos para evaluar vigor y viabilidad.....	20
3.4.1. Corte examen.....	20
3.4.2. Rayos X.....	21
3.4.3. Conductividad eléctrica.....	22
3.4.4. Tinción con tetrazoleo.....	23
3.5. Métodos directos para evaluar vigor y viabilidad.....	24
3.5.1. Germinación.....	24
3.5.2. Índices germinativos.....	26
3.5.3. Envejecimiento acelerado.....	31
3.6. Viabilidad y emergencia.....	32
3.7. Relación entre pruebas paralelas.....	32
3.8. Ecuaciones para estimar la emergencia.....	34
3.9. Factor de campo.....	38

3.10. Correlación entre emergencia e índices de viabilidad.....	38
3.11. Determinación de la necesidad de semilla para siembra.....	39
4. OBJETIVOS.....	40
5. METERIAL Y METODO.....	41
5.1. Tratamientos a semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenberg.....	41
5.2. Tratamientos a semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> Shaw.....	42
5.3. Tratamientos a semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> Lam.....	42
5.4. Inmersión en agua caliente.....	43
5.5. Envejecimiento acelerado.....	44
5.6. Evaluación.....	45
5.6.1. Prueba de emergencia.....	45
5.6.2. Prueba de germinación.....	46
5.6.3. Prueba de tetrazoleo.....	49
5.6.4. Prueba de conductividad eléctrica.....	50
5.6.5. Prueba de corte examen.....	50
5.6.6. Prueba de rayos X.....	51
5.7. Análisis grafico.....	53
5.8. Análisis estadístico.....	53
6. RESULTADOS.....	56
6.1. <i>Pinus ayacahuite</i>	56
6.1.1. Histograma de viabilidad.....	56
6.1.2. Curvas de emergencia y germinación.....	57
6.1.3. Correlación de la emergencia con la viabilidad.....	58
6.1.4. Análisis de homocedasticidad de los índices.....	61
6.1.5. Agrupación de medias en las variables seleccionadas.....	63
6.2. <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	64
6.2.1. Histograma de viabilidad.....	64
6.2.2. Curvas de emergencia y germinación.....	65

6.2.3. Correlación de la emergencia con la viabilidad.....	66
6.2.4. Análisis de homocedasticidad de los índices.....	68
6.2.5. Agrupación de medias en las variables seleccionadas.....	70
6.3. <i>Leucaena leucocephala</i> (Permeable).....	71
6.3.1. Histograma de viabilidad.....	71
6.3.2. Curvas de emergencia y germinación.....	71
6.3.3. Correlación de la emergencia con la viabilidad.....	73
6.4. <i>Leucaena leucocephala</i> (Impermeable).....	77
6.4.1. Histograma de viabilidad.....	77
6.4.2. Curvas de emergencia y germinación.....	78
6.4.3. Correlación de la emergencia con la viabilidad.....	80
6.4.4. Análisis de homocedasticidad de los índices.....	83
6.4.5. Agrupación de medias en las variables seleccionadas.....	86
7. DISCUSIÓN.....	89
8. CONCLUSIONES.....	93
9. ANEXOS.....	94
9.1. <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>típica</i>	94
9.2. <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	103
9.3. <i>Leucaena leucocephala</i> Impermeable.....	112
9.4. <i>Leucaena leucocephala</i> Permeable.....	121
10. BIBLIOGRAFIA.....	130

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Factores de campo propuestos para estimar la emergencia en vivero.....	38
Cuadro 2. Datos de colecta del material biológico.....	41
Cuadro 3. Tratamientos de deterioro a los que fueron sometidas las semillas de <i>Pinus ayacahuite</i>	42
Cuadro 4. Tratamientos de deterioro a los que fueron sometidas las semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	42
Cuadro 5. Tratamientos de deterioro a los que fueron sometidas las semillas de <i>Leucaena leucocephala</i>	43
Cuadro 6. Características de las variables de respuesta.....	52
Cuadro 7. Variables y número de repeticiones.....	54
Cuadro 8. Análisis de regresión de la emergencia con respecto a otras variables independientes <i>Pinus ayacahuite</i>	61
Cuadro 9. Efecto de transformaciones sobre el coeficiente de variación y homogeneidad de varianzas para estudiar la viabilidad en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i>	62
Cuadro 10. Agrupación de medias de emergencia e índices para calidad de semillas en <i>Pinus ayacahuite</i> con relación a sus tratamientos de deterioro.....	63
Cuadro 11. Análisis de regresión de la emergencia con respecto a otras variables independientes en <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	68
Cuadro 12. Efecto de transformaciones sobre el coeficiente de variación y homogeneidad de varianzas par estimar la viabilidad en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	69
Cuadro 13. Emergencia e índices para calidad de semillas en <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> con relación a sus tratamientos de deterioro.....	70
Cuadro 14. Análisis de regresión de la emergencia con respecto a otras variables independientes <i>Leucaena leucocephala</i> permeable.....	76
Cuadro 15. Análisis de regresión de la emergencia con respecto a otras variables independientes <i>Leucaena leucocephala</i> impermeable.....	83

Cuadro 16. Efectos de transformaciones sobre el coeficiente de variación y homogeneidad de varianzas en variables para estudiar la viabilidad en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i>	84
Cuadro 17. Significancia observada para el experimento factorial en <i>Leucaena leucocephala</i>	85
Cuadro 18. Emergencia e índices para calidad de semillas en <i>Leucaena leucocephala</i> con relación a su estado y tratamiento de deterioro.....	87
Cuadro 19. Estimación de la viabilidad de semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> mediante corte examen en relación con la permeabilidad de estas y el tratamiento pregerminativo.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. <i>Pinus ayacahuite</i>	5
Figura 2. Conos y semillas de <i>Pinus ayacahuite</i>	5
Figura 3. Distribución natural de <i>Pinus ayacahuite</i>	5
Figura 4. <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	9
Figura 5. Conos y semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	9
Figura 6. Distribución natural de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	10
Figura 7. <i>Leucaena leucocephala</i>	13
Figura 8. Fruto de <i>Leucaena leucocephala</i>	13
Figura 9. Semillas de <i>Leucaena leucocephala</i>	13
Figura 10. Curvas típicas de germinación diaria, diaria acumulada y media diaria.....	27
Figura 11. Ecuación general que supone que la emergencia es menor que la germinación pero proporcional a partir del origen.....	35
Figura 12. Recta que pasa por el origen, la emergencia es menor que la germinación pero proporcional a partir del origen.....	35
Figura 13. Pendiente igual a uno y ordenada negativa, la emergencia es menor que la germinación y difiere en una cantidad constante no proporcional.....	36
Figura 14. Inmersión en agua caliente.....	44
Figura 15. Diseño de cámaras para envejecimiento acelerado.....	45
Figura 16. Cámara de envejecimiento acelerado.....	45
Figura 17. Prueba de emergencia en el vivero.....	46
Figura 18. Germinadoras.....	46
Figura 19. Prueba de germinación.....	47
Figura 20. Semillas teñidas.....	50

Figura 21. Solución de tetrazoleo.....	50
Figura 22. Prueba de conductividad eléctrica.....	50
Figura 23. Prueba de corte examen.....	50
Figura 24. Placas de rayos X.....	51
Figura 25. Viabilidad de las semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> sometidas a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas por diversos índices.....	56
Figura 26. Evolución de la germinación y emergencia en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i>	57
Figura 27. Correlación de la emergencia con diferentes índices de viabilidad en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i>	58
Figura 28. Correlación de la emergencia con diferentes índices de velocidad germinativa en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i>	59
Figura 29. Correlación de la emergencia con diferentes índices de valores germinativos en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i>	60
Figura 30. Correlación de la emergencia con diferentes índices de uniformidad germinativa en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i>	60
Figura 31. Viabilidad de las semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> sometidas a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas por diversos índices.....	64
Figura 32. Evaluación de la germinación y emergencia en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	65
Figura 33. Correlación de la emergencia con diferentes índices de viabilidad en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	66
Figura 34. Correlación de la emergencia con diferentes índices de uniformidad germinativa en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	66
Figura 35. Correlación de la emergencia con diferentes índices de velocidad germinativa en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	67
Figura 36. Correlación de la emergencia con diferentes índices de valores germinativos en semillas de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	67
Figura 37. Viabilidad de las semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> permeable sometida a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas	

por diversos índices.....	71
Figura 38. Evaluación de la emergencia en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> permeable.....	72
Figura 39. Evolución de la germinación en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> Permeable.....	72
Figura 40. Correlación de la emergencia con diferentes índices de viabilidad en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> permeable.....	73
Figura 41. Correlación de la emergencia con diferentes índices de uniformidad germinativa en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> permeable.....	74
Figura 42. Correlación de la emergencia con diferentes índices de valores germinativos en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> permeable.....	74
Figura 43. Correlación de la emergencia con diferentes índices de velocidad germinativa en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> permeable.....	75
Figura 44. Viabilidad de las semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> impermeable sometida a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas por diversos índices.....	77
Figura 45. Desempeño de las semillas permeables e impermeables de <i>Leucaena leucocephala</i> sometidas a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas por diversos índices.....	78
Figura 46. Evaluación de la emergencia en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> impermeable.....	79
Figura 47. Evaluación de la germinación en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> impermeable.....	79
Figura 48. Correlación de la emergencia con índices de viabilidad en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> impermeable.....	80
Figura 49. Correlación de la emergencia con índices de uniformidad germinativa en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> impermeables.....	81
Figura 50. Correlación de la emergencia con índices de valores germinativos en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> impermeables.....	81
Figura 51. Correlación de la emergencia con índices de velocidad germinativa en semillas de <i>Leucaena leucocephala</i> impermeables.....	82

1. RESUMEN

Las semillas son un recurso limitado e indispensable para llevar a cabo una reforestación, por lo que es importante su buen uso, para ello ha sido establecida una fórmula que permite determinar la cantidad de germoplasma requerido para la obtención de las plántulas deseadas, este procedimiento considera diferentes características del lote a trabajar, entre las que destaca la viabilidad que comúnmente es determinada mediante la prueba de germinación, pero no siempre es la que mejor representa los resultados obtenidos en campo, por lo que en el presente trabajo se relacionaron con la emergencia en vivero otros métodos que permiten determinar la viabilidad de las semillas tales como la prueba de tetrazolio, conductividad eléctrica, corte examen, rayos X, índices de uniformidad, velocidad y valores germinativos evaluados para las especies *Pinus ayacahuite* Ehrenberg, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw y *Leucaena leucocephala* (Lam.), utilizadas comúnmente con fines madereros y de reforestación en áreas perturbadas como en el caso de esta última. En el presente trabajo, para disponer de varios niveles de viabilidad en un único lote por especie, se indujo deterioro de éstas mediante inmersión en agua a 82° C y 92° C durante seis minutos y a través de envejecimiento acelerado el cual se logró almacenando las semillas durante cuatro, seis y diez días en condiciones de humedad relativa cercana al 100% y a 40° C de temperatura, *Leucaena leucocephala* fue trabajada en condición permeable que se logró con la inmersión en agua a 75° C de temperatura por seis minutos y en condición impermeable es decir sin tratamiento alguno, cada una de las condiciones de deterioro fue evaluada mediante las pruebas de viabilidad ya mencionadas incluyendo la germinación y emergencia en campo. En el caso de *Pinus ayacahuite* se observó que la prueba de tetrazolio es el mejor índice de viabilidad que puede ser utilizado, ya que ilustra mejor su desempeño en campo; para *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* los índices de velocidad germinativa son los que representan mejor la emergencia mientras que para *Leucaena leucocephala* las pruebas de germinación, rayos X e índices de valores germinativos presentan resultados similares a los obtenidos en campo.

2. INTRODUCCIÓN

Este estudio se llevo a cabo con la finalidad de determinar cuales de los índices que se evalúan en el laboratorio de germoplasma tienen una mayor correlación con la emergencia en campo y pueden ser empleados de manera adecuada en la formula de necesidad de semillas, que nos permite conocer la cantidad de semillas necesaria para obtener el numero de plántulas deseadas sin el desperdicio de las mismas.

El germoplasma es considerado como la unidad básica para la instrumentación de una reforestación y es un recurso limitado debido a que no todos los años se puede disponer de el como en el caso de *Pinus ayacahuite* y *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, especies que son usadas comúnmente con fines madereros y que frecuentemente presentan problemas germinativos así como *Leucaena leucocephala* que presenta semillas impermeables. De estas especies no se encuentran reportes respecto a cuales índices de viabilidad ejemplifican mejor su desempeño en campo, datos con los cuales contribuye el presente trabajo los cuales pueden ser empleados para calcular la cantidad de germoplasma requerido para una plantación.

La fórmula de necesidad de semillas considera diferentes factores del lote tales como: pureza, número de semillas por kilogramo, porcentaje de viabilidad y factor de campo. El porcentaje de viabilidad generalmente se estima usando el porcentaje de germinación; que sin embargo, se ha observado que esta prueba no en todos los casos representa el índice de viabilidad idóneo ya que frecuentemente no representa el comportamiento de la emergencia en el suelo, como lo indican varios autores (Bauer *et al* , 2003; Contreras y Barros, 2005; Czabator, 1962; Hall y Wiesner , 1990; Johnson y Loyd, 1977), quienes intentaron establecer correlaciones de diversos índices con el desempeño que tienen las semillas en campo.

Con el fin de dilucidar lo anterior en las especies forestales arriba mencionadas, en el presente trabajo se correlaciono la emergencia contra los siguientes índices de viabilidad: germinación, tetrazolio, conductividad eléctrica, rayos X y corte examen (prueba que no ha sido muy estudiada pero si es comúnmente utilizada en los viveros forestales por lo que se requiere hacer investigación sobre ella), además de diferentes índices que se estiman a partir de la germinación como son la velocidad, uniformidad y valores germinativos. Como no se disponía de varias colecciones de semillas de cada una de las especies trabajadas, se indujeron diferentes condiciones de deterioro en un único lote por medio de inmersiones en agua caliente y envejecimiento acelerado que consistió en almacenar las semillas en atmósfera saturada de humedad y a temperatura relativamente alta.

3. ANTECEDENTES

3.1. Descripción de las especies

3.1.1. *Pinus ayacahuite* var. *típica* Ehrenberg

Nombres comunes en México: Acalocahuite – Veracruz; Acalocote – Pueb.; A´cxua´t (lengua totonaca) - Norte de Pueb.; Ayacahuite, Ayacuáhuatl (lengua nahuatl); Ocote blanco, Pino real – Oaxaca; Ocote gretado – Colcoján; Pinabete - Las Casas, Chis.; Pino cahuite – Hidalgo; Pino tabla - el Porvenir, Chis.; Salacahuite, Acanita, Canite – Coahuila; Pino blanco, Pino huiyoco – Chihuahua; Acolote (CONAFOR, 2006).

- **Taxonomía**

La especie fue descrita por primera vez en 1838 en el sureste de México, por Ehrenberg, con el nombre de *Pinus ayacahuite* var. *típica*, se conocen tres entidades taxonómicas: la que corresponde al pino descrito por Ehrenberg, frecuentemente llamada típica (Martínez, 1948) y dos variedades: la *veitchii* y la *brachyptera* que ha sido considerada como sinónimo de *P. strobiformis* (Eguiliz, 1978). Se caracteriza por sus escamas delgadas, frágiles, largas y angostas, gradualmente atenuadas hacia la base; por el ala de su semilla también larga y estrecha (Martínez, 1948). De acuerdo con Musálem y Ramírez (2003), la especie *Pinus ayacahuite* var. *típica*, se clasifica de la siguiente manera:

Reino	Vegetal
División	Espermatophyta
Subdivisión	Gimnospermae
Orden	Coniferales
Familia	Pinaceae
Género	<i>Pinus</i>
Subgénero	Haploxyton
Sección	Cembra
Especie	<i>Pinus ayacahuite</i>

En el presente trabajo, de acuerdo con la sugerencia del M. en C. Jaime Jiménez, del Herbario de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, al pino descrito por Ehrenberg, (Martínez, 1948), se le denominará *Pinus ayacahuite* var. *típica*.

- **Descripción**

Forma: Árbol de 20 a 35 metros de altura, por unos 90 cm de diámetro de ramas extendidas y verticiladas, las copas de los árboles viejos y maduros son abiertas e irregulares, las de árboles jóvenes son cónicas con las ramas en verticilos regularmente espaciados (Figura 1). **Corteza:** La corteza de árboles jóvenes es delgada, lisa y de color grisáceo; la de árboles viejos se vuelve rugosa, gris cafésuzca y dividida en pequeñas placas rectangulares. **Hojas:** En grupos de cinco, de 8 a 18 cm por 0.7 – 0.8 mm de ancho, en fascículos algo espaciados. Son delgadas, triangulares, extendidas, colocadas en la extremidad de las ramillas; de color verde, generalmente algo oscuro, marcadamente glaucas en sus caras internas. Los bordes son aserrados, con los dientecillos separados y cortos, a veces apenas visibles. Los estomas solamente se observan en las caras internas. Tienen un haz vascular y sus canales resiníferos son externos, en número de 2 a 4. El endodermo tiene células relativamente grandes y de paredes delgadas; el hipodermo es casi uniforme y delgado. **Vainas:** Son amarillentas, apergaminadas, escamosas, brillantes, de 10 a 15 mm y pronto caedizas. **Yemas:** Oblongas, de color castaño rojizo, de unos 15 mm. **Conillos:** Subterminales, casi cilíndricos, con el ápice redondeado, en pedúnculos de unos 15 a 20 mm y con escamas anchas. Se encuentran solitarios o en pequeños grupos de 2-4, erectos sobre los pedúnculos firmes. **Conos:** Ligeros, subcilíndrico, gradualmente atenuados y un poco encorvados, de 20 a 45 cm. de largo a veces solitarios, colgantes y caedizos, de color café amarillento, opaco o muy levemente lustroso, resinoso, sobre todo en la base del cono y en la punta de las escamas. Los pedúnculos miden de 1 a 5 cm. (Figura 2). **Escamas:** Delgadas y frágiles, angostas gradualmente atenuadas hacia la base y a veces algo reflejadas, casi aplanadas por dentro; de 5 a 6 cm. de largo, por 2 a 2.5 cm de ancho, longitudinalmente rugosas, de color moreno rojizo abajo del umbo; superficie rugosa; ápice vagamente triangular, con la extremidad redondeada y obscura, reflejada en las escamas inferiores y sobresaliendo unos 10mm. **Semillas:** Oscuras, de 5 a 12 mm de largo, con manchas claras; ala de 30 a 35 mm. X 8 mm, adnada, es decir enteramente adherida a la semilla, de la cual no se puede desprender sin destruirla (Figura 2). **Madera:** Suave, de color blanquecino, de buena calidad, muy útil para construcciones, muebles, moldes de fundición, etc. (Martínez, 1948 y Garcia, 2003).

- **Distribución**

Eguiluz (1978) menciona que *Pinus ayacahuite* var. *tipica* es una especie típica del sureste mexicano, aunque ha sido reportada incluso al centro del (Figura 3). Se encuentra en las coordenadas 15°15' - 20°55' N y 92° al 103°55' W; extendiéndose hasta Guatemala, Honduras y El Salvador.



Figura 1. *Pinus ayacahuite* var. *tipica*



Figura 2. Conos y semillas de *P. ayacahuite* var. *tipica*

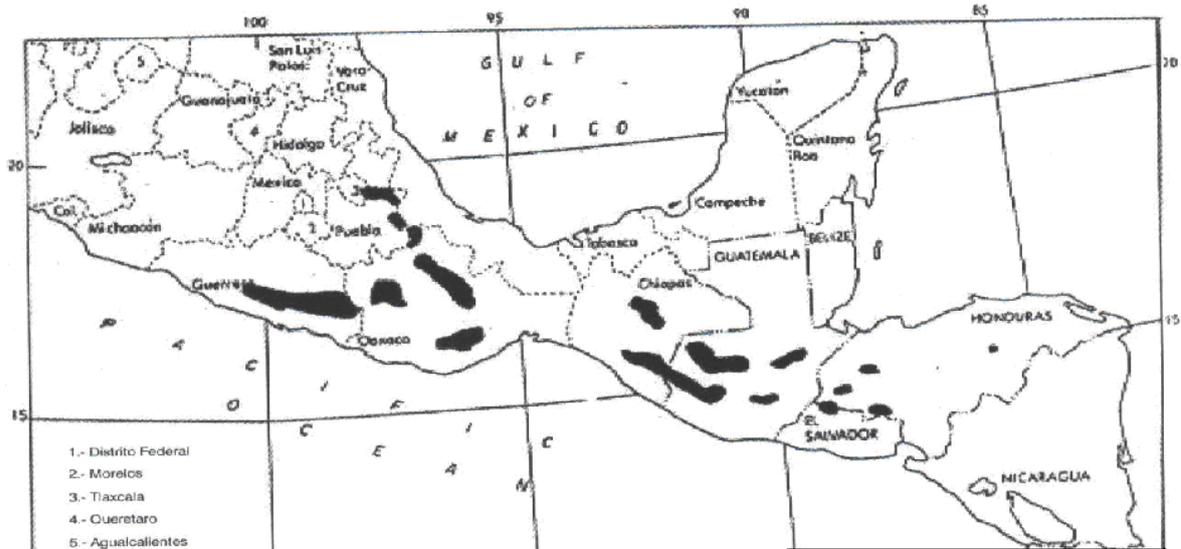


Figura 3. Distribución natural de *Pinus ayacahuite* var. *tipica* (Perry,1991).

- **Hábitat**

Martínez (1948) menciona que se desarrolla en terrenos húmedos y profundos, en regiones de 2000 mm. de precipitación anual y con un promedio de 10° a 19°C de temperatura (Flinta, 1960). Crece en un rango altitudinal que va de 2000 – 3200 m (Perry, 1991), con un óptimo en los 2700m (Eguiluz, 1978).

- **Asociación natural**

Forma masas puras en áreas pequeñas (Eguiluz, 1978), sin embargo es frecuente que se encuentre asociado con: *Pinus pseudostrobus* y *P. rudis* en Guatemala, y con *P. oocarpa*, *P. tecote*, *P. patula*, *P. michoacana* y *P. leiophylla* en México. (Flinta, 1960). Suele no ser dominante.

- **Fenología**

Patiño *et al.* (1983) reporta que la época de floración de *P. ayacahuite* var. *tipica* sucede en los meses de abril y mayo, la polinización ocurre en este último mes, la elongación del conillo se presenta de mayo a junio y la maduración del cono desde agosto hasta octubre, la dispersión de la semilla es de este último mes hasta febrero. Los meses recomendados para la colecta son septiembre y octubre. Zamora *et al.* (1992) indica que el ciclo fenológico que presenta esta especie es de tipo bianual con ciclos semilleros de 3 a 5 años.

- **Propagación**

La propagación de esta especie se lleva a cabo principalmente de manera sexual, por medio de las semillas, obtenidas de los conos colectados y puestos a secar durante una o dos semanas en condiciones de clima templado frío 14° C aproximadamente, la extracción se lleva a cabo en forma mecánica con la ayuda de la golpeadora de conos o bien de modo manual sacudiéndolos o utilizando bioldos y rastrillos. Una vez obtenida la semilla debe desalarse ya sea desmenuzando el ala con las manos o tallando la suavemente contra la malla de alambre de una criba, o utilizando una desaladora (Patiño *et al.*, 1983).

La separación de semillas vanas o vacías se hace por medio de flotación en agua, dicho método es muy efectivo para *P. ayacahuite* var. *tipica* por el tamaño de sus semillas (Guzman *et al.*, 1979). El rendimiento de conos y semillas de esta especie es muy variado. El número de conos producidos por árbol adulto va de 10 a 30 e incluso de 50 (INIFA, 1997a). El número de semillas por cono también varía de 149 a 225 con una media de 185 (Varela, 1992). De igual modo hay una variación marcada en el número de semillas que se encuentran en un kilogramo, esta oscila entre 10,297 hasta 23,483 con un valor promedio de 16,891. Así mismo, se ha publicado una gráfica en la que se observa que 300 kg de cono equivalen a 2.5 kg de semilla. (Zamora *et al.*, 1992).

El almacenamiento se puede realizar bajo diversas condiciones, por ejemplo Camacho (1994c) indica que a 3° C la mediana del tiempo para llegar a menos de 10% de germinación es de 8 años. Los lotes que consideró, tuvieron una germinación máxima del 75%, mientras que Zamora *et al.* (1992) reportan que a temperaturas cercanas a 0°C durante 5.8 años de almacenamiento en envases de tipo lata alcoholera y plástico, la germinación inicial y final fue de 60 y 42%, respectivamente.

La germinación, al igual que las otras características resulta variable con porcentajes de 8 a 90% bajo condiciones de almacigo (Musálem y Ramírez, 2003 y Patiño 1973). Los mayores porcentajes se refieren a lotes en los que se han eliminado las semillas vanas (Musálem y Ramírez, 2003).

En cuanto al tiempo de germinación se tienen datos que van de 21 a 38 días (Musálem y Ramírez, 2003 e INIFAP, 1997a). Esta variación se debe al uso de distintos índices para evaluar la velocidad, Hernández y Reyes (1996) estimaron el número de días de germinación (número mínimo de días que requiere cualquier semilla de un lote para germinar) y la energía de (número de días necesarios en un lote de semillas para obtener su máxima germinación media diaria), los resultados obtenidos fueron: 14 y 18 días, respectivamente.

INIFAP (1997b) reporta que las semillas tienen buena viabilidad cuando los rodales presentan la densidad suficiente para que se realice una polinización cruzada adecuada; rodales con buena densidad producen semillas con un 80% de germinación, mientras que los que no la tienen van de 70 a 44%.

- **Cultivo y producción**

Los meses óptimos para la siembra son mayo, junio y julio. Se recomienda que esta sea en almacigo al voleo o en hileras, con una densidad de 600 g por m², suficiente cuando el porcentaje de germinación es mayor al 65%. La profundidad debe ser entre 1 y 3 cm. Se recomienda cubrir con zacate seco para protección contra el impacto de la lluvia. Ya germinadas se retira el zacate y se coloca malla de alambre de 1 cm o mosquitera para evitar el daño causado por roedores. Es mas recomendable la siembra directa en envases de polietileno para prevenir el trasplante, de preferencia se colocan tres semillas por envase con volumen mayor a un litro y se dejara la plántula mas sana y vigorosa. El trasplante a campo se realizara a los 8 o 12 meses. (INIFAP, 1997 y Benítez *et al.*, 2004).

- **Importancia**

La importancia de *Pinus ayacahuite* var. *tipica* reside en su alta calidad, suave y trabajable. Se usa en artesanías, aserrío, triplay, celulosa, papel, puntales para minas,

construcciones, encofrados y ebanistería. Se recomienda para parques, jardines o campos deportivos, por su porte, bella apariencia de sus fascículos azules y verdosos y grandes conos colgantes (Eguiliz, 1978). Es un componente relevante en la regulación del ciclo hidrológico, el control de la erosión del suelo y es el hábitat de flora y fauna. (Musálem y Ramírez, 2003).

3.1.2. *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw.

Nombres comunes en México. Ayacahuite, acalorote (Puebla, Michoacán) acalorote, acalocahuite (Veracruz), sacalacahuite, pino blanco (Eguiluz Piedra, 1978). Cahuite y pino, en el Estado de México; sisiguirí, en Michoacán; y acalorote en Veracruz (Musálem y Ramírez, 2003).

- **Taxonomía**

Pinus ayacahuite var. *veitchii* se distingue por sus escamas gruesas, fuertes, anchas y semillas grandes, con ala ancha y mediana (Martínez, 1948).

Esta variedad fue considerada como tal por Shaw en 1909, después de estudiar su morfología llegó a la conclusión de que su relación con *Pinus ayacahuite* Ehrenberg, era suficiente para reubicarla como una variedad. Anteriormente Roetzl, lo describió como *P. veitchii* y después como *P. bonaparte*, Gordon lo clasificó como *P. loudiniana*, todos basados en muestras colectadas en la zona centro del país. (Musálem y Ramírez, 2003).

De acuerdo con Musálem y Ramírez (2003), *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, se clasifica taxonómicamente como:

Reino	Vegetal
División	Espermatophyta
Subdivisión	Gimnospermae
Orden	Confiéales
Familia	Pinaceae
Género	<i>Pinus</i>
Subgénero	Haploxyton
Sección	Cembra
Especie	<i>Pinus ayacahuite</i>
Variación	<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> .

- **Descripción**

Forma: Es un árbol de 20 a 30 m, con ramas extendidas, frecuentemente verticiladas; ramillas morenas, grisáceas, delgadas y flexibles (Figura 4). **Corteza:** Lisa en los árboles jóvenes áspera y grisácea o moreno rojiza en los viejos, dividida en placas. **Hojas:** En grupos de cinco, de 11 a 20 cm de longitud, delgadas, de color verde oscuro, glaucas en sus caras internas, agrupadas en la extremidad de la ramilla, algo caídas; bordes aserrados, con los dientes cortos y espaciados. Presenta estomas solamente en las caras internas. Tienen un haz vascular y sus canales resiníferos son externos, generalmente en números de dos a tres. El hipodermo es delgado, uniforme y las paredes celulares del endodermo delgadas. **Vainas:** Miden de 12 a 17 mm son amarillentas, pajizas, escamosas y pronto caedizas. **Conos:** Subcilíndricos, algo atenuados, de 22-37cm de largo, encorvados, colgantes; comúnmente pares, amarillentos, con tinte ocre brillante cuando jóvenes y opaco después, resinosos. Pedúnculos de 15 a 20 mm. (Figura 5). **Escamas:** Anchas, gruesas y fuertes, más numerosas que en *P. ayacahuite* (150 en un cono de 23 cm.), casi aplanadas por dentro; 50 - 60 mm. 28-30 mm. Apófisis vagamente triangular, extendida o reflejada en las escamas basales, que se prolonga de 13 a 15 mm. a partir del ápice de las escamas. **Semillas:** Miden 12 mm aproximadamente y son de color moreno oscuro, con ala de 15 - 20 x 6 - 10 mm Niembro (1986) menciona que el ala de las semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* es adnada (Figura 5). **Madera:** Es suave, de color amarillento, de buena calidad, apreciada para la construcción y manufacturas de muebles (Martínez 1948).



Figura 4. *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*



Figura 5. Cono y semillas de *P. ayacahuite* var. *veitchii*.

- **Distribución**

La especie tiene amplia distribución en el eje Neovolcánico, aunque no es muy abundante; se extiende bajo las coordenadas geográficas 18°20' – 21°00'N y 96°50'-102°35'W (Musálem y Ramírez, 2003). Se han hecho varias colectas para reportar la distribución natural de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Eguiluz (1978), reporta su presencia en los estados de: Guerrero, Hidalgo, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Veracruz y Distrito Federal. (Figura 6).

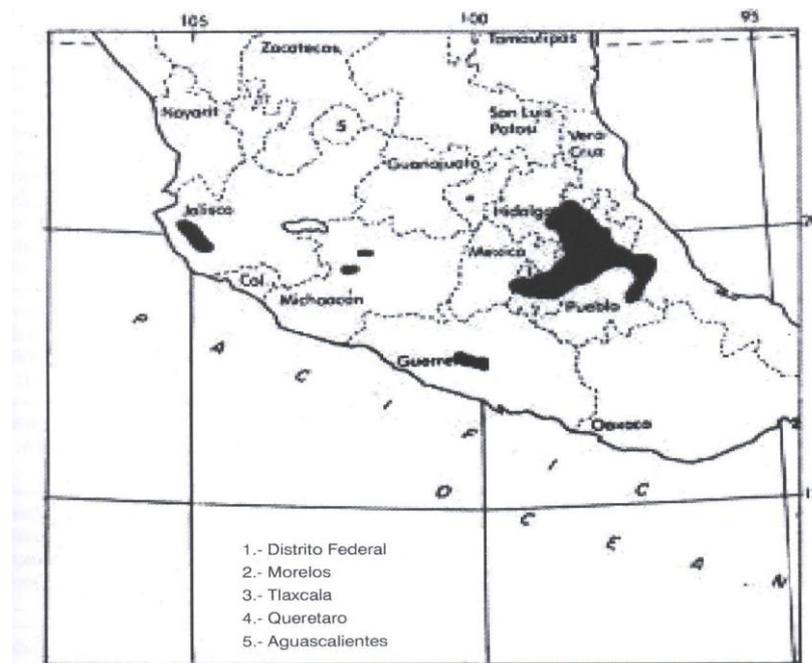


Figura 6. Distribución natural de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Perry, 1991)

- **Hábitat**

La variedad *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*; se desarrolla en grupos dispersos con otros pinos, entre los 2000 – 3700 msnm pero con mayor frecuencia a los 2900 m. En estas altitudes los árboles son sujetos a heladas ocasionales. El mejor crecimiento se lleva a cabo en sitios húmedos sombreados y fríos (Perry, 1991 y Eguiluz, 1978).

- **Asociación natural**

Musálem y Ramírez (2003), menciona que se le encuentra asociado comúnmente con: *Pinus montezumae*, *P. teocote*, *Abies religiosa*, *Alnus firmifolia*, *Arbutus glandulosa* y *Quercus laurina*, entre otros.

- **Fenología**

Tiene su floración de abril a mayo, la apertura de los conos es de septiembre a octubre, la época de dispersión de la semilla ocurre de octubre a noviembre y se recomienda como época de colecta de septiembre a octubre (Musálem y Ramírez, 2003).

- **Propagación**

La propagación de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* se lleva a cabo principalmente de manera sexual por medio de semillas, las cuales registran una amplia variación en cuanto al número que se presentan por kilogramo y van de 2,544 a 4,269 con un promedio de 3,460 semillas/kg. (Patiño, 1973)

Camacho, (1994c) reporta datos acerca de los métodos de almacenamiento a bajas temperaturas y menciona que la germinación máxima de los lotes estudiados fue de 83%, mientras que la mediana del tiempo para llegar a menos de 10% de germinación es de doce años. En cuanto al porcentaje de germinación Musálem y Ramírez (2003) reportan un 80% a los 21 días, mientras que Patiño (1973) menciona 88% con un 4% de semillas vanas. Por su parte Villagómez y Carrera (1985) encontraron que la germinación sin tratamiento fue de 76% en 11 pero con la aplicación de enfriamiento en húmedo o estratificación por lapsos de 15 a 60 días a temperaturas de 3 a 9° C, redujeron los tiempos a 6 o 7 días y se incremento hasta un 10% la germinación.

Valdez, (1994) realizo diversas siembras con el objetivo de determinar el comportamiento de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* bajo diferentes condiciones de dosel, tratamientos al suelo y variantes de siembra en las primeras etapas de su desarrollo, concluyendo que los mejores valores se presentan bajo un dosel cerrado, con la remoción de la capa de materia orgánica, depositando la semilla a una profundidad aproximada de dos cm.

Musálem y Ramírez (2003), reportan que si la semilla es colocada en arena húmeda en un cuarto a 5° C se tiene un 18% de germinación a los quince días mientras que a los 30 el porcentaje total es de 42%, germinando 14% más que las semillas sin tratamiento.

- **Cultivo y producción**

Musálem y Ramírez (2003) recomiendan realizar la siembra en julio. Se colocan a una profundidad de entre 1.5 y 2 cm., riegos cada tercer día y densidades de 8000 a 10000 semillas por m², es decir, aproximadamente 600 gramos (Zamora *et al.*, 1992). Estas tardan en germinar entre 18 y 35 días, el trasplante se debe realizar cuando la plántula tenga de 4 a 5 cm. de altura o 1 mes y tenga solamente la radícula principal (INIFAP,

1997b). Requieren cuidado de vivero durante un año. Hay riesgo de problemas con ratones, hongos, gusanos, gallina ciega o polillas. (Benítez, *et al.*, 2004).

- **Importancia**

La madera de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* es de buena calidad, normalmente se usa en aserrío, chapa, pulpa, papel, postes, construcción y artesanías. Es suave y fácil de trabajar, es recomendable como ornamental y para plantaciones comerciales (Eguiluz, 1978)

3.1.3. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. glabrata (Rose) Zárate *Leucaena glauca* (L.) Benth. Antes *Mimosa leucocephala* (Lam.)

Sinonimia. *Acacia glauca* Willd. ; *Acacia leucocephala* (Lam.) Link ; *Leucaena blancii* Ramírez Goyena ; *Leucaena glabrata* Rose. ; *Leucaena glauca* Benth. ; *Leucaena latisiliqua* (L.) Gillis & Steam. ; *Mimosa glauca* L. ; *Mimosa leucocephala* Lam. (Zárate, 1987). Nombres comunes en México. Guaje blanco; Huaje; Vaxi; Yage (Rep. Mex.); Yail ba' ade, guaje verde (l. mixe, Oax.); Calloaxin, guaje de casa o casero (Gro., Pue.); Guaje verde (Mor.) (Zárate, 1987).

- **Taxonomía**

Leucaena leucocephala es clasificada como:

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Leucaena</i>
Especie	<i>Leucaena leucocephala</i>

- **Descripción**

Forma: Árbol o arbusto caducifolio o perennifolio, de 3 a 6 m (incluso 12 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 25 cm. (Figura 7). **Copa:** Redondeada, ligeramente abierta y rala. **Hojas:** Alternas, bipinnadas, de 9 a 25 cm. de largo, verde grisáceas y glabras, folíolos de 11 a 24 pares, de 8 a 15 mm. de largo, elípticos y oblicuos. **Tronco:** Usualmente torcido y bifurcado a diferentes alturas. **Ramas:** Cilíndricas ascendentes, desarrolla muchas ramas finas cuando crece aislado. **Corteza:** Externa lisa a fisurada, gris-negro, con abundantes lenticelas longitudinales protuberantes. Interna de color amarillento, fibrosa, amarga, con olor a ajo. Tiene un grosor total de 3 a 4 mm. **Flores:** Cabezuelas, con 100 a 180 flores blancas, de 1.2 a 2.5 cm. de diámetro, la flor tiene de 4.1 a 5.3 mm de largo, los pétalos son libres y el cáliz mide de 2.3 a 3.1 mm. **Frutos:** Son vainas oblongas, estipitadas, en capítulos florales de 30 o más, de 11-25 x 12-2.3 cm., verdes cuando tiernas y cafés al madurar, contienen de 15 a 30 semillas (Figura 8) **Semillas:** Ligeramente elípticas de 0.5-1 x 0.3-0.6 cm., aplanadas, color café brillante, dispuestas transversalmente en la vaina. Cubiertas por cera que retarda la absorción de agua durante la germinación por lo que presenta latencia física ortodoxa (Figura 9). **Raíz:** Profunda y extendida. La raíz primaria penetra en las capas profundas del suelo y aprovecha el agua y los minerales (Parrotta, 1992).

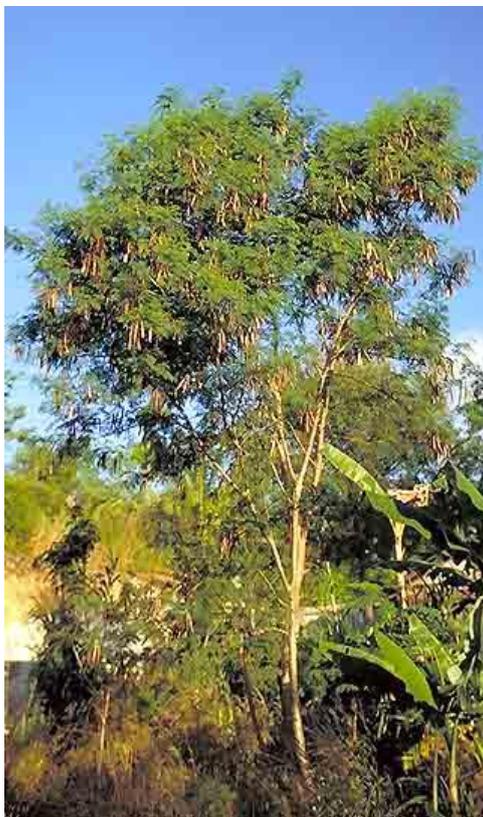


Figura 7. *Leucaena leucocephala*



Figura 8. Frutos de *Leucaena leucocephala*



Figura 9. Semillas de *Leucaena leucocephala*.

- **Distribución**

Originaria de América tropical, aparentemente del sur de México (Yucatán). Se extiende hasta Nicaragua. Los españoles la llevaron a Filipinas y desde ahí fue introducida a Indonesia, Malasia, Papua Nueva Guinea y sureste de Asia (Zárate, 1987). En México se le puede encontrar en: Baja California Sur, Campeche, Chipas, Coahuila, Colima, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Zárate, 1987).

- **Hábitat**

Especie de amplia distribución en las regiones tropicales y subtropicales del país. Se le puede encontrar en altitudes que van de 0 a 900 m. Prospera en ambientes adversos. Crece desde sitios secos con 350 mm. /año de precipitación hasta húmedos con 2,300 mm. /año y temperatura media anual de 22 a 30 ° C. Es necesario un período seco de 4 a 6 meses. Crece en una amplia variedad de suelos, desde neutros, hasta alcalinos, siempre y cuando estos tengan buen drenaje (Zárate, 1987). El tipo de vegetación en el que se le puede encontrar es en los bosques de: galería, tropical, perennifolio, subcaducifolio y vegetación costera (dunas) (Zárate, 1987).

- **Asociación natural**

Se asocia con: *Gliricidia sepium*, *Acacia pennatula*, *Guazuma ulmifolia*, *Swietenia* sp., *Cedrela* sp., *Prosopis laevigata*, *Pithecellobium dulce*, *Calliandra calothyrsus*, *Inga* sp., *Erythrina* sp., *Albizia lebbek* sp., *Leucaena diversifolia*, *Annona squamosa*. (Parrotta, 1992).

- **Fenología**

Florece a lo largo del año dependiendo de la precipitación o disponibilidad del agua, fructifica a lo largo del año, los frutos maduran de marzo a abril (Parrotta, 1992).

- **Propagación**

Las vainas se colectan cuando están maduras (cambiando de color verde a café o rojizo). Hay que cortarlas antes de que se abran. Deben secarse al sol sobre mallas o lonas durante el día para poder extraer las semillas. El número de semillas por kilogramo puede variar entre 18000 y 26000 semillas (Parrotta, 1992), las cuales tienen una longevidad que oscila entre los 3 y 15 años. Se pueden almacenar a 7° C con un 70 % de humedad relativa, durante 6 años y por muchos años más en un lugar frío (5° C) y seco en contenedores sellados, reduciendo la humedad a 13 % (Parrotta, 1992).

- **Germinación**

Jiménez (2000) menciona que las semillas del género *Leucaena* tienen una testa dura e impermeable, porque lo presentan bajos porcentajes de germinación, atributos además a una cubierta gruesa y dura que inhibe el crecimiento del embrión, por lo que también presentan dormición mecánica. Así mismo Camacho (2000b) indica que *Leucaena leucocephala* presenta una dormición de tipo física que se debe a una cubierta impermeable al agua.

Jiménez (2000) indica que la dureza e impermeabilidad está presente en más del 50% del total en un lote, y dicha dureza aumenta a medida que pasa más tiempo en almacenamiento.

La germinación reportada para semillas sin tratamiento de *Leucaena* varía de 2 a 12%. Mientras que bajo tratamiento tiene una rápida germinación; la cual se inicia a los 3 días y se completa a los 8, representando un 75 % a los 5 días. (Parrotta, 1992). Debido a que estas condiciones no permiten una germinación elevada y uniforme se recomienda llevar a cabo un proceso de escarificación (tratamientos pregerminativos) para ablandar las capas más externas. Entre los métodos utilizados están:

1. Inmersión en agua caliente o escarificación térmica.

La escarificación térmica es utilizada comúnmente por su bajo costo y facilidad de aplicación. El método consiste en calentar agua a 80° C aproximadamente, sumergiendo las semillas impermeables en una proporción de 1:3 por lapsos de 3 a 4 minutos, luego se remueven y lavan con agua fría (Salazar y Varela, 1992). Por su parte Zárate (1987) recomienda remojarlas a 75 u 85° C durante 3 a 6 minutos, dejar enfriar y sembrar, menciona que se tendrá un porcentaje de germinación de alrededor de 56%.

Sanabria *et al.* (1997), realizaron un serie de experimentos con la finalidad de acelerar la germinación de lotes del género *Leucaena* mediante la evaluación de: a) inmersión de semillas en agua caliente al inicio de ebullición (100° C) no expuesta al fuego por cinco minutos, agitándose frecuentemente; b) inmersión de semillas en agua hirviendo por cinco segundos, contenidas dentro de un colador, manteniéndose sobre el fuego; c) inmersión de semillas en agua hirviendo por 10 s, contenidas dentro de un colador, manteniéndose sobre el fuego. Las semillas de *Leucaena leucocephala* originarias de El Salvador presentaron el mayor porcentaje de germinación con la inmersión durante 10 s

en agua hirviendo con un 72% y para un híbrido de *L. leucocephala* y *L. pulverulenta* así como para las semillas procedentes de México, el mayor porcentaje fue con el tratamiento de inmersión en agua caliente al inicio de ebullición (100° C) durante 5 minutos 98 y 68% respectivamente.

Ramírez y Camacho (1987) señalan que la forma más recomendable para establecer el método que estimula la germinación de semillas latentes es: aplicar un tratamiento que, de acuerdo con consideraciones fisiológicas, pueda eliminar la latencia, probando un intervalo amplio de intensidades de tratamiento. Ejemplifican esto con seis especies entre ellas *Leucaena leucocephala*. Su experimento consistió en sumergir a las semillas en agua caliente a 65°, 75°, 85° y 92° durante 3, 6, 9 y 12 minutos en cada temperatura y posteriormente se evaluaron mediante la prueba de germinación durante 15 días, al termino de los cuales se contó la cantidad de semillas que cayeron dentro de las siguientes categorías: germinadas, duras, firmes y podridas, obteniendo el mayor porcentaje de germinación al remojar las semillas en agua a 75°C durante 3 minutos, así como, el menor porcentaje de podridas y duras, en agua a 65°C. En los cuatro tiempos se obtuvo un buen porcentaje pero un mayor número de semillas duras con respecto al tratamiento de 75°C. Al someterlas al tratamiento de 85°C durante 3, 6, 9 y 12 minutos se tiene poca germinación y una amplia presencia de semillas firmes y duras. En el tratamiento a 95°C todas las semillas se registran como podridas.

2. Escarificación mecánica o lijado.

Se puede utilizar una navaja, cuchillo, cortaúñas, o accesorios que corten la testa, por donde entrara el agua, cuidando de no cortar la radícula. Las semillas pueden escarificarse con lija o tela de esmeril raspando las semillas manualmente, o usando un rodillo diseñado especialmente para este propósito (Salazar y Varela, 1992).

Feria *et al.*, (1996) condujeron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto del método de escarificación sobre el porcentaje de germinación de diferentes leguminosas, entre ellas *Leucena leucocephala*, concluyendo que el método que le brinda un 73.9% de germinación es el de abrasión con lija #400 durante 15 minutos.

Jiménez (2000) utilizó diferentes tratamientos de escarificación: escarificación mecánica, remojo en agua a temperatura ambiente por 6 y 12 horas, combinación de escarificación mecánica con remojo en agua a temperatura ambiente por 6 y 12 horas y remojo en agua caliente a 80° C durante 1 minuto para romper la latencia de *Leucaena leucocephala*. Se hizo evidente que la escarificación mecánica fue la mejor por que proporciona la permeabilidad de la semilla, induciendo la ruptura de la dormición, e incrementando la velocidad y porcentaje de germinación, acortando el periodo en un 50%. Sin embargo también los tratamientos con agua caliente tuvieron efectos

positivos. La utilización del ácido sulfúrico promovió la germinación pero no fue efectivo. La combinación de escarificación mecánica con remojo en agua no produjo resultados satisfactorios al igual que los remojos en agua a temperatura ambiente.

3. Escarificación química con ácido sulfúrico.

Feria, García y González (1996), también probaron la inmersión en ácido sulfúrico durante 5 y 10 minutos para conocer el porcentaje de germinación logrando 72.5 y 71% respectivamente. Zárate (1987) por su parte recomienda inmersión durante dos minutos en ácido sulfúrico concentrado para obtener un porcentaje de germinación de aproximadamente 40%.

Razz y Clavero (1994) realizaron un experimento con la finalidad de evaluar diferentes métodos de escarificación sobre el porcentaje de germinación de semillas de *Leucaena leucocephala*, concluyendo que los mejores resultados se dieron cuando estas se trataron durante 10 minutos con ácido sulfúrico diluido al 20% con un porcentaje de 61%. Se ha observado que la escarificación de las semillas disminuye su latencia y acelera su germinación, independientemente del método utilizado. Así, estos autores recomiendan estas técnicas para el establecimiento de algunas leguminosas.

- **Cultivo y producción**

El sitio de plantación debe quedar libre de malezas durante los primeros meses de crecimiento para evitar la competencia. El espaciamiento de la plantación varía según el objetivo de la misma; para leña y varas (tutor) se planta a 2 x 2 m. Para forrajes a 0.5 x 0.5 m. Para acelerar el desarrollo de las plantas en vivero, llenar las bolsas de polietileno (7 x 20 cm.) con una mezcla de suelo (pH entre 6 y 7), materia orgánica y arena (3:1:1) o utilizar un buen suelo sin mezclar y colocarlos a sombra parcial durante los primeros 8 días. En tres meses y medio las plantas están listas para transplantarse al campo, una vez que hayan alcanzado un promedio de 35 cm. de altura. Si la plantación se establece por siembra directa, es conveniente roturar el suelo y hacer un buen control de malezas, para asegurar un buen prendimiento y desarrollo inicial. Se recupera rápidamente del corte y del pastoreo. Tolerancia la defoliación regular (Parrotta, 1992).

- **Importancia**

Especie con potencial para reforestación productiva tanto en localidades degradadas de selva como en zonas secas y áridas. Se ha utilizado con éxito en programas de reforestación de áreas erosionadas y en plantación urbana. Uno de los principales usos

es el de forraje para rumiantes pues sus hojas constituyen un excelente alimento (4 a 23% de materia fresca; 5 a 30% de materia seca; 20 a 27% de proteína, rico en calcio, potasio y vitaminas). Tienen un porcentaje de digestibilidad de 60 a 70 %. De igual modo es utilizado como árbol multipropósito de gran interés agro silvícola. Se usa en plantaciones en linderos, árbol disperso como sombra para cultivos perennes comerciales (sombra en cafetales), cultivos en callejones, callejones forrajeros y barbechos mejorados (Zárate, 1987).

3.2. Viabilidad

- **Concepto**

El concepto de viabilidad, que en general se refiere a que la semilla esté viva, tiene acepciones que van desde un sinónimo de la germinación, hasta la capacidad de producir una plántula aceptable en condiciones adversas; una semilla no es viable cuando en ella ocurrió un cambio degenerativo irreversible que generalmente representa su muerte (Camargo, 1991).

Podemos encontrar varias definiciones de viabilidad, entre ellas:

- Capacidad de una semilla para germinar y producir una plántula normal (Copeland, 1976).
- La viabilidad expresa el porcentaje de individuos con capacidad de producir plántulas con posibilidades de establecerse y llegar a reproducirse (Bonner, 1984).
- Es la cualidad de una semilla de estar viva, lo cual a pesar de ser una condición para la germinación, no implica que pueda realizarse. (Camacho, 1994b).

Con base en esto se puede definir el término viabilidad para semillas individuales o para una población de ellas.

- **Individual**

La viabilidad individual se refiere a la capacidad de una semilla viva para germinar y producir una plántula normal. (Patiño et al., 1983).

- **Poblacional**

La viabilidad poblacional, es la proporción de individuos vivos en un lote de semillas (Patiño *et al.*, 1983). Como generalmente la viabilidad se emplea en el sentido poblacional se debe expresar con el porcentaje de semillas de un lote que tienen capacidad de producir plántulas con posibilidades de establecimiento y reproducción (Bonner, 1984). Un lote se considera como una población de semillas que generalmente proviene de la misma localidad y ciclo de cosecha, y que se someten al mismo manejo (Camacho, 2000).

3.3. Vigor

- **Concepto**

La ISTA (Asociación Internacional para el Análisis de Semillas) define al vigor como “La suma de las propiedades que determinan el potencial de actividad y rendimiento de las semillas o lotes de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula”, mientras que AOSA (Asociación Oficial de Análisis de Semillas) lo define como: “Aquellas propiedades de las semillas que determinan su potencial para una emergencia rápida y uniforme, y un desarrollo de germinación normal bajo un amplio rango de condiciones de campo” (AOSA, 1983).

Santiago (1988), define al vigor como la capacidad de la semilla puesta en diversas condiciones ambientales para emerger, más rápidamente y producir la mayor cantidad de materia seca en menor tiempo.

AOSA (1983) señala que los aspectos que pueden mostrar variaciones de desempeño o rendimiento asociadas con diferencias en el vigor de las semillas son:

- 1) Procesos bioquímicos o reacciones durante la germinación, tales como, actividades enzimáticas y respiratorias.
- 2) Tasa y uniformidad de germinación de semillas y crecimiento de plántulas.
- 3) Tasa y uniformidad de emergencia de plántulas y crecimiento en campos.
- 4) Capacidad de emergencia de plántulas bajo condiciones ambientales desfavorables.

Los efectos del nivel de vigor influyen el crecimiento y maduración de la planta, la uniformidad de la cosecha y el rendimiento. Muchos factores inducen la variación en el vigor de semilla, pero las principales causas conocidas son (AOSA, 1983):

1. Constitución genética.

-
-
2. Ambiente y nutrición de la planta madre.
 3. Etapa de maduración y cosecha.
 4. Tamaño de la semilla.
 5. Integridad mecánica
 6. Deterioro y envejecimiento
 7. Patógenos.

- **Pruebas de vigor**

El objetivo de la prueba de vigor es identificar lotes de semillas capaces de una emergencia rápida y uniforme en la siembra de campo, y con habilidad de emergencia bajo condiciones desfavorables del medio ambiente. Dichas pruebas pueden ser directas en las que el estrés del medio es reproducido en el laboratorio para registrar el porcentaje y la tasa de emergencia ó las pruebas indirectas que proveen una correlación con aspectos de rendimiento medido en el campo. Para que una prueba de vigor sea reconocida debe ser reproducible y los resultados que proveen deben correlacionarse con las características de rendimiento en el campo, y la emergencia de las plántulas bajo estrés ambiental, se ha incluido la rapidez y uniformidad en la emergencia de las plántulas como criterio para evaluar el vigor de las semillas (AOSA, 1983).

3.4. Métodos indirectos para evaluar vigor y viabilidad

Los métodos indirectos son de tipo físicos y se fundamentan en la presencia de semillas vivas, que se determinan por su actividad enzimática y por la permeabilidad de las membranas celulares. Requieren de los mismos tamaños de muestra que las pruebas de germinación (Camacho, 1994d) entre tales pruebas destacan corte y examen, rayos X, conductividad eléctrica y tinción con tetrazolio.

3.4.1. Corte y Examen

Consiste en cortar las semillas longitudinalmente y observar las condiciones del embrión; si está lechoso, poco firme, mohoso, podrido, consumido o con olor desagradable, se consideran abortivas; en este caso hay confusión con las moribundas o dañadas, puesto que su aspecto es similar; sin embargo, esto no es relevante pues todas son de baja calidad (Prieto, Merlín y Quiñones, 1997).

3.4.2. Rayos X

El uso de radiografías en análisis de semillas, permite determinar las infestaciones por insectos, el porcentaje con distintos grados de desarrollo, daños mecánicos e incluso viabilidad. Todo esto se realiza en poco tiempo y sin destruir la muestra utilizada (De la Garza y Nepomuceno, 1986).

El método varía según el equipo disponible, aunque en general, la técnica consiste en irradiar la película en la que se tomará la radiografía teniendo encima la placa de muestra de semillas que se elabora previamente, pegando estas sobre una hoja de plástico transparente autoadherible; el revelado se realiza abriendo la placa radiográfica en un cuarto oscuro con luz de seguridad, se coloca en agua por unos segundos y se sumerge en revelador hasta observar una imagen nítida, momento en el cual se enjuaga en agua, se retira, se sumerge en el fijador por unos minutos, se enjuaga en agua y se seca al aire.

Según Camacho (1994c) tres diferentes tipos de imágenes al momento del análisis radiográfico: 1) semillas que se observan con la parte interna de color oscuro, estas son vacías, 2) semillas con insectos donde es posible apreciar larvas, adultos, restos de excremento o galerías y 3) interrupciones de color oscuro sobre los colores claros que enmarcan los tejidos densos de las semillas, que representan daños mecánicos.

Se puede elaborar una placa para cada radiografía, con la ayuda de una hoja de plástico rígido transparente, en la que con un marcador se indicaran las semillas que presentan irregularidades ya sea un daño mecánico, un ataque por insectos, con embrión rudimentario, etc. Así mismo se usa una placa de análisis para cada tipo de semillas incluyendo las de clasificación dudosa. La verificación de las semillas clasificadas como dudosas, se lleva a cabo por medio de cortes y comparación con la radiografía, colocando la placa de análisis sobre la placa de la muestra para su identificación.

Al momento de la comercialización o descripción de las condiciones de un lote el dato más importante es la proporción y por ende el número de semillas viables. Para estimar este dato, se deben hacer pruebas físicas o biológicas directas o indirectas. Entre la que destaca la relacionada con la germinación pues estima la máxima proporción de semillas que emergerán en condiciones óptimas, produciendo plántulas normales, con potencial para establecerse y crecer (Camacho, 1994a y Barros, 2003).

3.4.3. Conductividad eléctrica

La prueba se fundamenta en la conductividad eléctrica de la solución obtenida de remojar las semillas en agua desionizada por 24 horas. A mayor número de semillas muertas, mayor conductividad, pues la permeabilidad disminuye en los tejidos vivos. El trasfondo de esto, es que las membranas celulares sufren cambios de organización molecular durante el proceso de deshidratación que afecta a la semilla una vez cosechada y almacenada; luego, durante la imbibición, propia del comienzo de la germinación, se reconstruye la estructura original, lo que restablece la permeabilidad selectiva al paso de solutos, a través de la célula (Pretti, 1994 en Barros, 2003).

Sin embargo, la capacidad de reconstitución es menor con el tiempo. De acuerdo con esto, semillas con bajo vigor sufren más daño en las membranas y necesitan más tiempo para recomponer su integridad, que aquellas con alto vigor. Por lo tanto, las menos vigorosas liberan mayor cantidad de solutos citoplasmáticos al medio en el que están embebidas, (AOSA, 1983).

Esta prueba tiene diversas ventajas por ejemplo:

- La medición es rápida, precisa, económica y de procedimiento simple (AOSA, 1983).
- Los resultados son reproducibles, ya que es fácil estandarizar el método una vez que se ha adaptado a las condiciones óptimas de trabajo para cada especie (Barros, 2003).
- Se puede adaptar y utilizar en la mayoría de las especies cultivadas, aunque los estudios se han hecho principalmente en soya, maíz, cebada y arroz, obteniéndose buenos resultados de correlación con la emergencia en el campo (Barros, 2003).

Mathews y Bradnock en 1967 (Ochoa, 1994) indican que al sumergir 20 semillas de *Pisum sativum* en 200 ml. de agua destilada por 24 h. a 15° C, se presentaba una buena relación entre la conductividad del líquido obtenido y la emergencia en suelo con un coeficiente de correlación de 0.85.

Así mismo, este método tiene una serie de desventajas como las que Barros (2003) menciona, entre ellas:

- Se debe tener cuidado en que la temperatura de la solución sea de 20° C, pues pequeños cambios producen grandes diferencias en la conductividad
- La adición de determinados compuestos a la semilla, como fungicidas, dificultan o impiden la utilización de esta prueba. Frente a esto existen diferentes posturas:

a) La AOSA recomienda que los tratamientos sean removidos antes de hacer la Prueba de Conductividad Eléctrica. Sin embargo, esto es engorroso y afecta el resultado final, pues se arrastran electrolitos propios de la semilla, o la remoción es incompleta.

b) Barros (2003) sostiene que las semillas deben probarse de la misma forma en que van a ser sembradas en campo, para lo que se requieren ajustes en los valores con los que se considera que una semilla no es viable.

c) Algunas semillas viejas o grandes liberan demasiados electrolitos que alteran los valores de conductividad de un lote completo, por lo que se realizan evaluaciones individuales, con ayuda de un analizador automático (Barros, 2003).

Con respecto a este último punto Steere *et al.* (1980) evaluaron la conductividad eléctrica del lixiviado de 100 semillas de manera individual con ayuda de un analizador automático modelo ASA-610 comparándola con la germinación estándar. Al examinar los histogramas de distribución de corriente se observó una tendencia hacia mayores rangos de corriente el lote declina su calidad. Una técnica de análisis de datos de los niveles de corriente proporcionan un “potencial de germinación” que correlaciona bien con la germinación estándar en laboratorio. Estos resultados de varios lotes comerciales de soya, frijol y algodón muestran que el método resulta útil como indicador rápido de la calidad de lotes comerciales de semillas.

Tyagi (1992) llevó a cabo una interrelación entre la conductividad y los valores de la germinación estándar para evaluar la prueba de conductividad eléctrica como una medida de la calidad de la semilla de soya. La conductividad del lixiviado fue medida individualmente para 3 variedades de soya con un analizador automático modelo ASAC 1000 y concluyó que los valores de germinación predichos, basados en las pruebas de conductividad fueron cercanos a la germinación estándar. Salinas *et al.* (2001) por su parte señalan que la conductividad eléctrica en semillas individuales podría ser considerada una prueba de vigor para detectar alteraciones tempranas en las membranas citoplasmáticas.

3.4.4. Tinción con Tetrazolio

El método comúnmente empleado para conocer la viabilidad de las semillas en forma cuantitativa es la tinción con tetrazolio, la cual se fundamenta en la reacción bioquímica entre ciertas enzimas de células vivas con la sal de tetrazolio, quien se reduce hasta formar un compuesto rojo llamado formazán. Dicha reacción ocurre al interior de las células y dado que el pigmento rojizo que se forma es insoluble, no hay difusión de él a

las otras células. Así las zonas vivas toman el color rojizo y se delimitan de las zonas muertas que mantienen su color original (Moreno, 1996)

La actividad de esos sistemas enzimáticos decrece paralelamente a la viabilidad de las semillas, así, una coloración rojo intenso indica la presencia de células vivas en el embrión. En cambio, la no coloración o coloración rosa pálido son indicativas de la muerte o poca viabilidad; es necesario considerar tanto la presencia de la tinción, como los sitios donde ocurre, por ello, se usa el término de la prueba topográfica del tetrazolio. (Moreno, 1996)

En términos generales, esta consiste en cortar longitudinalmente las semillas y después sumergirlas en una solución al 1.5% de tetrazolio (2, 3, 5 cloruro de trifenil tetrazolio) a 40° C, por una hora. Las semillas se consideran vivas si sus embriones se tiñen de rojo carmín en todas sus estructuras vitales, sin dejar puentes blancos entre ellas. Las semillas teñidas en menos del 75% se consideran muertas, así como, si tienen las puntas de sus radículas o plúmulas blancas, o si dejan puentes entre estas estructuras y/o los cotiledones. Tampoco son viables, las que se tiñan de rojo pálido (Camacho, 1994b).

Las muestras para la prueba de tetrazolio se deberán tomar al azar de la semilla ya beneficiada, tomando por lo general cuatro repeticiones de 100 elementos. El número de repeticiones en la prueba de tetrazolio dependerá de la premura y precisión con que se quiera obtener la información. Durante la preparación las semillas sufren daños mecánicos, por lo que se deben poner algunas extras. De esta manera si se realiza la prueba con 100 semillas, deberán ponerse 110 (Moreno, 1996).

3.5. Métodos directos para evaluar vigor y viabilidad

3.5.1. Germinación

El método directo para evaluar la viabilidad es la germinación, que se define como: “la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla” o bien como “la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, las cuales tienen la habilidad de producir plántulas normales bajo condiciones favorables” (Copeland, 1976).

Para llevar a cabo la prueba de germinación pueden utilizar diferentes sustratos como los que enlista Vásquez *et al.* (1997): Agar – Agar al 1%, papel filtro, toallas de papel, vermiculita y agrolita. Un medio ideal para que las semillas puedan germinar y se

pueda observar el crecimiento inicial de las plántulas, debe tener una buena retención de humedad, pH entre 6 y 7.5, porosidad y ausencia de sustancias tóxicas y microorganismos que le afecten. Frecuentemente se emplean cajas de Petri de vidrio de 9 cm. de diámetro como recipientes para realizar las pruebas de germinación, las cuales pueden esterilizarse muchas veces para volverlas a emplear (Camacho, 1994b).

La ubicación de las semillas en el recipiente puede hacerse sobre el substrato o dentro de él en función de los requerimientos lumínicos de la especie. Debe evitarse el exceso de humedad en las siembras, evitando la formación de una película de agua, pues esto restringe la aireación. Se recomienda evaluar 400 semillas tomadas al azar de la fracción pura del lote. Estas se subdividirán en grupos de 100, 50 o 25 de acuerdo a su tamaño para permitir una distancia adecuada entre cada semilla, la cual debe ser 1.5 a 5 veces su ancho o diámetro (Camacho, 1994b).

Como se pretende que la germinación obtenida en laboratorio sea representativa de la que ocurrirá en suelo, las plántulas obtenidas deben manifestar características que indiquen que son capaces de sobrevivir en suelo, es decir que son “plántulas normales”, Camacho (1994b) menciona que estas deben cumplir con las siguientes características:

a) Sistema radicular bien desarrollado, es forzosa la presencia de la raíz primaria en los pinos. Las leguminosas de semilla grande, pueden presentar una raíz primaria dañada, pero se toman como normales si tienen raíces adventicias y laterales lo suficientemente largas y vigorosas para sostener la plántula.

b) Si hay crecimiento del hipocótilo, este debe estar bien desarrollado sin daño en el tejido conductor, aunque se presenten ligeras lesiones o fisuras. Lo anterior también se toma en cuenta al examinar el epicótilo.

c) Presencia de cotiledones. En las dicotiledóneas debe haber por lo menos uno pero totalmente sano.

d) Las plántulas infectadas por hongos o bacterias son normales siempre y cuando la fuente de infección no sea la semilla y que estén presentes las estructuras esenciales.

Vásquez *et al.* (1997), recomienda colocar las semillas en una germinadora con una temperatura entre 20 y 27° C dependiendo de los requerimientos de la especie, procurando mantener la humedad alrededor del 90% para evitar que las siembras se sequen. Así mismo, es conveniente que la iluminación sea uniforme, con una intensidad de 750 a 1,250 lux.

La evaluación de la prueba de germinación, se hace mediante conteo semanal de plántulas. En el primer conteo se pueden eliminar y registrar las normales y las semillas muertas invadidas por parásitos evitando la contaminación por microorganismos de las

otras plántulas en desarrollo. En caso de que se tengan dudas acerca del desarrollo se deben dejar mas tiempo para poderlas clasificarlas adecuadamente (Camacho, 1994b).

El momento de la germinación varia según el criterio de los autores, los objetivos del trabajo y los métodos empleados para estudiarla (Camacho, 1994b). En las pruebas de laboratorio, en que las semillas se colocan sobre un sustrato o se descubren fácilmente, se considera que hay germinación cuando la radícula atraviesa las cubiertas; en algunos casos como en la certificación, es importante catalogar las plántulas como normales (Camacho, 1994d), mientras que en aquellas sembradas en un sustrato de partículas sueltas, se considera ocurre cuando los tallos emergen del sustrato; el desarrollo requerido va desde la salida del brote o gancho de emergencia al estiramiento de éste, incluso hasta la expansión de los protófilos (eófilos u hojas iniciales), o metáfilos (hojas secundarias similares a las de la planta adulta y frecuentemente diferentes de los protófilos) (Camacho, 1994b).

Cuando el tamaño de las semillas lo permita, al final de la prueba se deben clasificar aquellas que no germinaron como: duras (las que no se embebieron y al tocarlas están tan duras como al momento de haber sido sembradas), firmes (las que se embebieron, pero no germinaron ni se pudrieron) y muertas o podridas (las que tiene signos evidentes de descomposición) (Ramírez y Camacho, 1987; Camacho, 1994b)

Al realizarse las pruebas de germinación los resultados deberán plasmarse en porcentajes que indican la porción por número de semillas que pueden producir plántulas bajo condiciones y dentro del periodo especificado por las reglas o bien como la cantidad de estas que se obtiene por unidad de peso. (Camacho, 1994b y Santiago, 1988), deben ser homogéneas en sus resultados, por lo que habrán de repetirse cuando la variación entre las repeticiones de 100 semillas, excede una tolerancia determinada probabilísticamente en función del porcentaje de germinación promedio y la diferencia entre los porcentajes máximo y mínimo. En cualquier caso deben repetirse cuando dicha diferencia sea superior al 20% (Camacho, 1994b).

3.5.2. Índices Germinativos

Por lo general el único dato que se obtiene de las pruebas, es la proporción de semillas que pueden emitir la radícula o su porcentaje de germinación. Autores como Morales y Camacho (1985) y González y Orozco (1996) consideran que esto no siempre refleja la calidad de los lotes de semillas, por lo que se han propuesto algunos índices que usan los datos de las pruebas de germinación. Para entenderlos, se requiere conocer la evolución de la germinación, la cual se evaluada gráficamente, considerando el tiempo de incubación de la semilla y el número de evaluaciones. Se realiza dentro de un

intervalo variable de tiempo que puede abarcar varias horas o algunas semanas, donde se observa una etapa de inicio que se toma en cuenta desde la siembra hasta la emergencia o formación de radícula, otra de crecimiento logarítmico que es una campana formada por el número de semillas germinadas por unidad de tiempo que se incrementa con rapidez hasta un máximo y después disminuye lentamente dando lugar a una fase de estabilización (Morales y Camacho, 1985). Como lo muestra la Figura 10 la evaluación de esta prueba se puede realizar de tres modos: 1) Considerando una germinación sencilla que se refiere a la cantidad de plántulas obtenidas entre dos evaluaciones ó conteos. 2) Considerando una germinación acumulada que se refiere a la cantidad de plántulas obtenidas desde la siembra hasta cada evaluación. 3) Considerando una germinación media diaria que es el cociente obtenido de dividir la acumulada entre el tiempo transcurrido desde la siembra (Camacho, 1994c; Morales y Camacho, 1985).

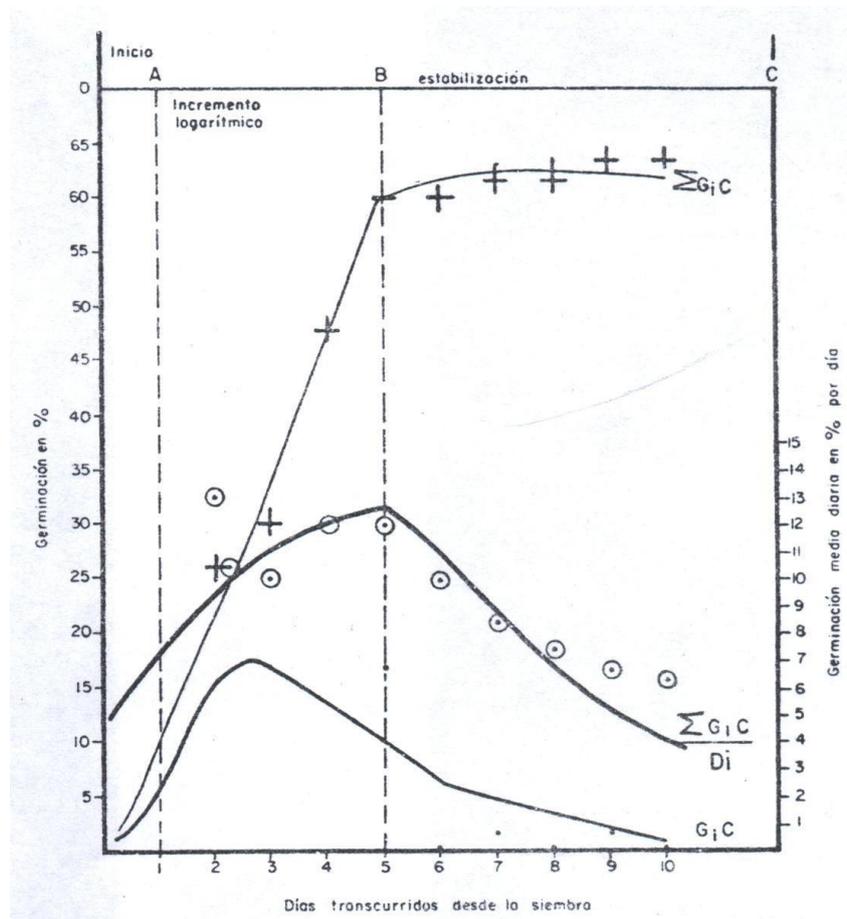


Figura 10. Curvas típicas de germinación diaria, diaria acumulada y media diaria (Morales y Camacho, 1985).

González y Orozco (1996) indican que para tener un entendimiento claro de la forma en que germina una muestra se han realizado diferentes intentos para expresar este complejo proceso en términos matemáticos tales como los índices germinativos, definidos como fórmulas en las que se trata de relacionar los diferentes parámetros de la germinación. Tales índices se citan a continuación:

1.- *Capacidad germinativa o porcentaje final de germinación* (Naylor, 1981; Morales y Camacho, 1985). Se basa en la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales a partir del embrión que indiquen la capacidad de la semilla para formar una planta, para su cálculo se suma la germinación acumulada en cada conteo.

2.- *Tiempo de latencia* (Come, 1967). Se refiere al tiempo necesario para el inicio de la germinación. Refleja el efecto del tratamiento en el disparo de la germinación o en el rompimiento de la latencia.

3.- *Coefficiente de velocidad* (Kotowski, 1926). Es una medida de la distribución de la germinación en el tiempo con relación al número de semillas germinadas. Se basa en el número de semillas germinadas inversamente relacionado con el tiempo y germinadas por día,

$$CV = \frac{\sum n_i}{\sum (n_i t_i)} \cdot 100$$

donde CV: coeficiente de velocidad, n_i = número de semillas germinadas al día i , t_i = número de días desde la siembra.

4.- *Tiempo promedio de germinación* (Come, 1968), resistencia a la germinación (Gordón, 1971) ó inverso del coeficiente de velocidad (Harrington, 1962). Es una medida del tiempo promedio de germinación.

$$T = \frac{\sum (n_i t_i)}{\sum n_i}$$

donde T = tiempo promedio de germinación, t_i = número de días después de la siembra, n_i = número de semillas germinadas en el día i .

5.- *Índice de germinación*. Provee una medida de tiempo con relación a la capacidad de germinación (González y Orozco, 1996). Este índice se relaciona con el número de semillas sembradas,

$$IG = \frac{\sum (n_i t_i)}{N}$$

donde IG = índice de germinación, n_i = número de semillas germinadas el día i , t_i = número de días después de la siembra. N = total de semillas sembradas.

6.- Los índices de Abbot, Maguire, Timpson y Czabator intentan relacionar la capacidad de la germinación con el tiempo de germinación (González y Orozco, 1996):

6.1.- *Índice de Abbot* (Abbot, 1955). Expresa la germinación en función del tiempo. Consiste en asignar coeficientes con valor de: 1/1 para las semillas germinadas el primer día, 1/2 para las del segundo día, 1/3 para las del tercer día, etc., y después se suman.

$$IA = \sum \left(n_i \left[\frac{1}{i} \right] \right)$$

donde IA = Índice de Abbot, i = número de día, n = número de semillas germinadas el día i .

6.2. *Velocidad de germinación* (Maguire, 1962). Relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación, donde M = velocidad de germinación, n_i = número de semillas germinadas el día i , t = tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

$$M = \sum \left(\frac{n_i}{T} \right)$$

6.3.- *Coefficiente de Timson* (Timson, 1965). Es la sumatoria del número de semillas germinadas diariamente, inversamente relacionado con el tiempo desde el inicio de la siembra, donde T = coeficiente de Timson, g_i = porcentaje de germinación en el día i , j = número de intervalos de tiempo desde la siembra hasta que germina la última semilla.

$$T = \sum [g_i (j - i + 1)]$$

6.4.- *Valor de germinación* (Czabator, 1962). Es el producto del pico de germinación por la media de números de semillas germinadas cada día. Este es definido como el porcentaje de germinación acumulada en el punto de inflexión de la curva, en el cual la tasa empieza a disminuir, donde C = valor de germinación, p = porcentaje acumulado hasta el pico de germinación, m = porcentaje final de germinación, t = tiempo de germinación desde la siembra hasta que germina la última semilla.

$$C = pm (t - 1)$$

7.- Para medir la uniformidad de la germinación en el tiempo se han propuesto el coeficiente y el factor de uniformidad, el primero mide el inverso de la varianza y el segundo la varianza en el tiempo.

7.1.- *Coficiente de uniformidad de la germinación* (Nichols y Heydecker, 1968). Es la magnitud de las diferencias en el tiempo de germinación de las semillas individuales de una muestra, donde CUG = coeficiente de uniformidad de la germinación, g = tiempo promedio de germinación o resistencia a la germinación, t = número después de la siembra, n_i = número de semillas germinadas el día i .

$$CUG = \frac{\sum n_i}{\sum [(g - t_i)^2 n_i]}$$

8.- *Factor de uniformidad* (Gordon, 1971). Este factor se propone como una medida de varianza en el tiempo de germinación o de germinación en el tiempo, donde U = factor de uniformidad, g = tiempo promedio de germinación, t_i = número de días después de la siembra, n_i = número de semillas germinadas el día i .

$$U = \frac{\sum \left[(g - \sum t_i)^2 \right] n_i}{\sum n_i - 1}$$

Cada uno de éstos índices ha sido usado en diferentes experimentos en donde se han correlacionado con la emergencia en vivero para determinar cuáles presentan resultados significativos con ésta. La importancia de conocer lo anterior radica en que se utilizará el índice adecuado en la estimación de la emergencia en vivero.

3.5.3 Envejecimiento Acelerado

El envejecimiento acelerado se considera una prueba de vigor directa porque la evaluación se hace una vez que la semilla ha germinado. De acuerdo con Moreno (1996) esta prueba fue desarrollada en la Universidad Estatal de Mississippi por el doctor James C. Delouche y se ha empleado para predecir la capacidad de almacenamiento de las semillas de diversos cultivos. Por su parte la prueba según Copeland (1976), trata de medir la supervivencia de la semilla después de un envejecimiento acelerado ya que este tratamiento es similar a lo que ocurre bajo condiciones inadecuadas de almacenamiento. Como su nombre lo indica, consiste en someter semillas a condiciones de envejecimiento acelerado mediante humedad relativa y temperaturas altas durante un determinado tiempo. Para llevarla a cabo Moreno (1996) plantea la siguiente metodología:

- Colocar las semillas en una sola capa y a una distancia uniforme, en canastillas de alambre de bronce.
- Colocar las canastillas dentro de cámaras de plástico o vidrio con 6 cm. de agua aproximadamente debajo de las semillas, la cual permitirá una temperatura uniforme y constante. Las canastillas deberán situarse sobre soportes de alambre para que las semillas no queden en contacto con el agua.
- Las cámaras o recipientes y sus accesorios deberán ser del tamaño adecuado para almacenar suficientes semillas para la prueba de germinación mínimo 200, de preferencia 400.
- Los recipientes que contiene las canastillas se tapan; estas no deben ser de metal para evitar la corrosión.
- Los recipientes se colocan dentro de una cámara húmeda a 40° C, se debe mantener una temperatura uniforme en el compartimiento externo, con variaciones no mayores a +/- 0.3° C, cambios mayores a .5° C afectan los resultados de la germinación.
- Se almacenan bajo estas condiciones durante 72 horas en forma continua, sin abrir la cámara de envejecimiento.
- Al término de las 72 horas, se sacan las semillas y se realiza la prueba de germinación, por lo menos con cuatro repeticiones de 50 semillas cada una. Se ponen pocas semillas por repetición para evitar la contaminación por hongos,

cuyo desarrollo se favorece por humedad y temperatura alta (Murcia *et al*, 2002 y Moreno, 1996).

- Se considera que las semillas que producen plántulas normales son vigorosas. Los resultados son más significativos cuando se comparan con los resultados de una prueba de germinación antes del envejecimiento acelerado.

Camargo (1991) plantea que la mayor desventaja de esta prueba es el tiempo requerido para la aplicación del tratamiento así como el frecuente crecimiento de hongos, además de restringir el número de muestras que pueden ser tratadas y probadas en un período de tiempo dado.

3.6. Viabilidad y Emergencia

De acuerdo con Camargo (1991), la viabilidad se puede expresar como un porcentaje de lote de semillas, tiene acepciones que van desde un sinónimo de la germinación, aunque pueda determinarse por métodos indirectos como tinción, conductividad eléctrica y otros que se abordaran en próximas secciones.

Los conceptos de emergencia y germinación podrían causar confusión por lo que es necesario diferenciarlos: en términos prácticos se considera que una semilla ha germinado cuando emerge la radícula a través de las cubiertas en condiciones de laboratorio; en siembras realizadas en suelo se considera que ha ocurrido la germinación cuando la plúmula sobresale del suelo (Camacho, 1940d). En el presente trabajo se utilizara el término germinación para referirse al fenómeno que ocurre en siembra sobre papel y en condiciones controladas, mientras que el termino emergencia para siembras realizadas en suelo (Ochoa, 1994).

3.7. Relación entre pruebas paralelas

Es posible determinar la cantidad de semillas necesaria para producir el número de plántulas suficiente para cubrir un área determinada de población de cultivo dada, solo si se conoce la relación existente entre índice de viabilidad y la emergencia en vivero. Las pruebas paralelas consisten en la correlación entre índices de viabilidad y la emergencia en vivero, se han llevado a cabo experimentos en donde se utilizaron diversos índices que se relacionan ente si y también con la emergencia en vivero ó campo. Como los que a continuación se mencionan:

En un estudio de 63 lotes de semilla de *Pisum sativum* (Mathews y Bradnock 1967 en Ochoa 1994), se encontró que la relación entre el porcentaje de germinación en el laboratorio y la emergencia en suelo no fue significativa (coeficiente de correlación 0.20 a 0.48) sin embargo, si hay correlación entre la conductividad del líquido obtenido y la emergencia en suelo con un coeficiente de 0.85.

Dalianis en 1980, trabajó con dos variedades de *Gossypium hirsutum*, en las cuales evaluó la emergencia en suelo y el índice de Maguire. La correlación fue significativa bajo buenas condiciones de suelo y temperatura, sin embargo, si esta ultima desciende no hay correlación.

Naylor (1981), elaboró un trabajo en donde evaluó varios índices con el fin de establecer las diferencias de vigor en semillas de *Lolium multiflorum* obtuvo que el peso de la semilla y el índice de Timson no tuvieron correlación con la emergencia en suelo mientras que la germinación final en laboratorio, los índices de Czabator, de Maguire, los días medios y la desviación típica sí presentaron una correlación significativa con la emergencia en suelo.

Bonner y Vozzo (1982), encontraron que en *Pinus taeda*, *P. elliottii*, *P. echinata*, *P. palustris* y *P. strobus*, hubo una correlación significativa entre la conductividad eléctrica, la emergencia en vivero y la germinación en laboratorio.

Bonner (1984), obtuvo que en *Quercus falcata* y *Q. alba*, la prueba de tetrazolio tenía una correlación significativa con la emergencia en campo y en *Q. nigra* la máxima germinación media diaria y los días medios tuvieron correlación con la emergencia en vivero.

Padilla (1989), probó los índices de germinación presentados por Morales y Camacho (1985) en *Pinus moctezumae* Lamb. y obtuvo que en los valores germinativos de Timson, Czabator, Djavanshir, Pourbeik y Maguire, la oscilación intercuartilar la desviación típica y los índices de tiempo a la germinación no basados en datos extremos y el porcentaje de germinación en laboratorio tienen una buena correlación con la emergencia en vivero y por lo tanto concluyó al igual que Terrazas (1990) y López (1990), que el mejor índice fue el porcentaje de germinación en laboratorio, pues además es más fácil de obtener al no requerir hacer más de un conteo.

Ochoa (1994) realizo una investigación en diferentes especies de *Pinus*, con la finalidad de establecer ecuaciones que den una estimación de la emergencia en suelo a partir del porcentaje de germinación en laboratorio, considero además la uniformidad germinativa y los días medios; índices que tuvieron correlaciones altas, por lo que son consideradas como las medidas mas representativas del tiempo de germinación. Obteniendo como

resultado un ajuste significativo de la recta con el porcentaje de germinación y el de la emergencia en campo.

Vieira *et al.* (1998) al evaluar 11 cultivares de soya en términos de calidad fisiológica de las semillas por medio de germinación estándar, envejecimiento acelerado, daño mecánico, conductividad eléctrica y emergencia en campo encontraron una correlación significativa.

3.8. Ecuaciones para estimar la emergencia

La emergencia es proporcional e inferior a la germinación, por ello se acostumbra calcularla multiplicando la germinación por una constante de campo menor a la unidad (Camacho, 2000). Lo que fundamenta que el factor de campo reduzca el valor de la capacidad germinativa pues la estimación no es otra cosa que reconocer que la germinación obtenida en el laboratorio es generalmente mayor que la obtenida en el vivero. Ochoa (1994) menciona que una forma similar de estimar la emergencia es restar una “constante de campo” al porcentaje de germinación alcanzado en el laboratorio.

Ya que suele haber correlación entre la emergencia que se obtiene en campo y los porcentajes de germinación en laboratorio, así como con otros índices, es posible establecer ecuaciones para estimar la emergencia que se obtendrá en suelo con base en datos de laboratorio (Ochoa, 1994 y López, 1991). De lo presentado por López (1991), se deduce que generalmente la relación se establece mediante el ajuste de una función lineal a los puntos definidos por los porcentajes de germinación en laboratorio, como variable independiente y los de emergencia en campo, como variable dependiente.

Tomando en cuenta lo anterior, la estimación de la emergencia se realiza con la siguiente expresión general presentada por Bleasdale (1977) y usada por Terrazas, 1990; López, 1991 y Ochoa, 1994:

$$Y = A + BX$$

Donde:

Y = Porcentaje de emergencia en vivero.

A = Ordenada al origen o "constante de campo".

B = Pendiente o factor de campo

X = Porcentaje de germinación en laboratorio.

Estos últimos autores mencionan que en las prácticas de campo es conveniente simplificar la ecuación para manejar un solo parámetro, ya sea factor de campo,

ajustando la recta a pasar por el origen; con lo que las operaciones a realizar se reducen, al multiplicar por una constante menor a la unidad:

$$Y = BX$$

En ocasiones las estimaciones son mejores cuando se emplea la constante de campo, que corresponde a una recta con una pendiente igual a uno y una ordenada negativa, con lo que las operaciones a realizar se reducen a una resta:

$$Y = X - A$$

Ochoa (1994) indica que a partir de estos datos se proponer que, para determinar las ecuaciones, la constante y el factor de campo, se necesita saber cuál es el índice de viabilidad que tiene mayor relación con la emergencia en vivero, así como la transformación que dará el mayor ajuste; se debe calcular la correlación por un método que no suponga que la función tiene una forma determinada como las que se observan en las figuras 11, 12 y 13.

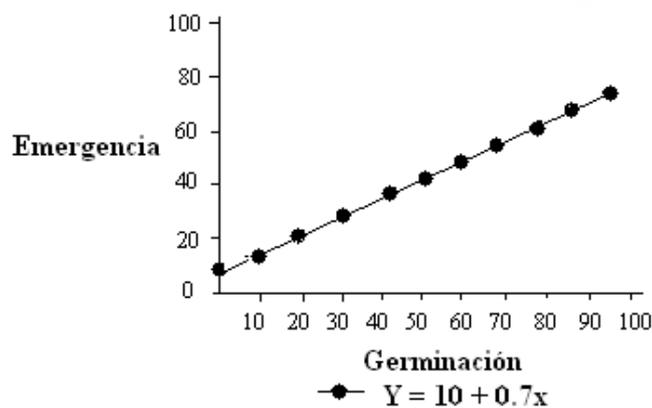


Figura 11. Ecuación general que supone que la emergencia es menor que la germinación, son proporcionales y el punto de inicio no es el origen.

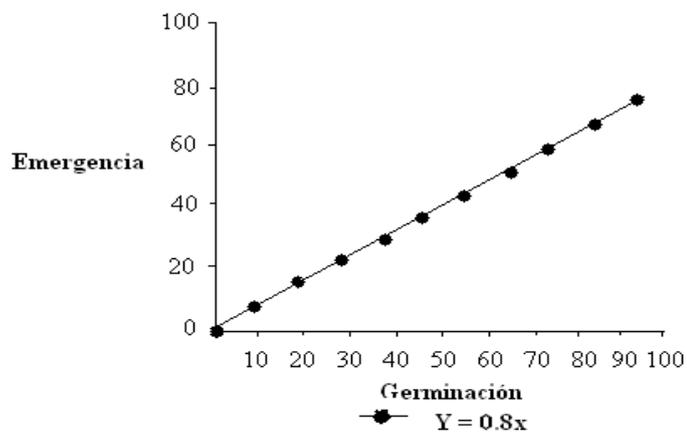


Figura 12. Recta que pasa por el origen, la emergencia es menor que la germinación pero proporcional a partir del origen.

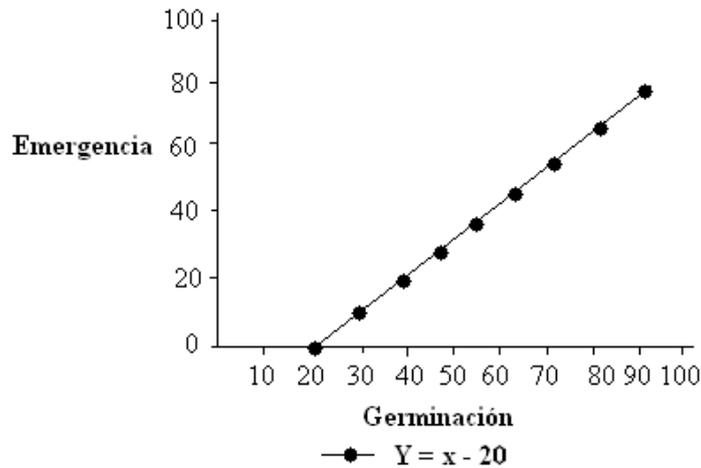
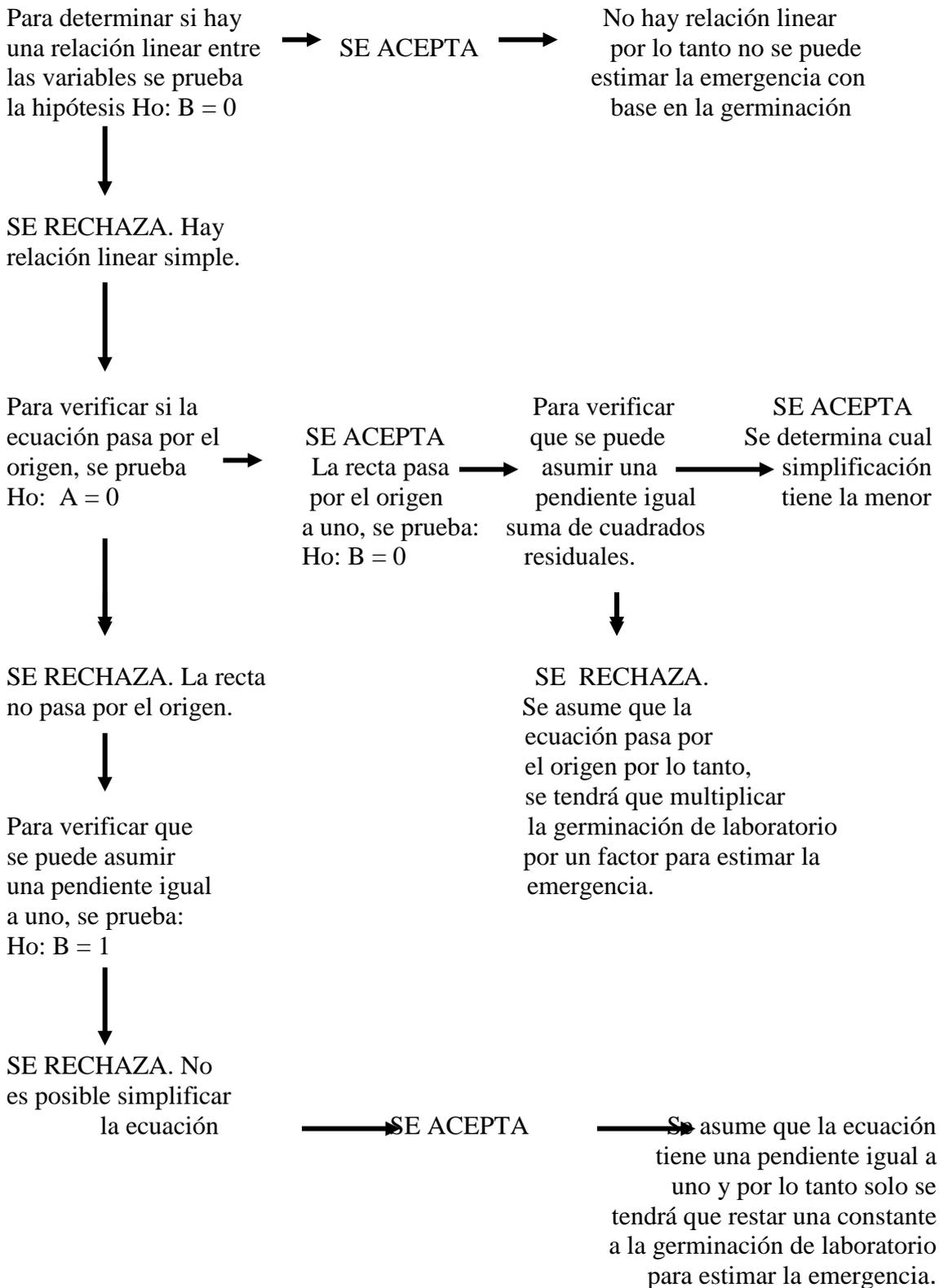


Figura 13. Pendiente igual a uno y ordenada negativa, la emergencia es menor que la germinación y difiere en una cantidad constante no proporcional.

Una vez que se ha detectado el índice con mayor correlación, López (1990), Terrazas (1990) y Ochoa (1994) mencionan que se procede a probar si aplicarle una transformación incremental notablemente su ajuste a una función lineal, para lo cual se comparan los coeficientes de variación de las regresiones, se calculan tanto por el método usual como pasando las curvas por el origen.

Si la ecuación de mayor ajuste pasa por el origen, el problema está resuelto, pues la pendiente de la recta será el factor de campo y se empleará la expresión $Y = BX$. En caso contrario habrá que forzar a la recta a que asuma una pendiente igual a uno, con esto se obtendrá el valor de una constante y se empleará la expresión $Y = X - A$. Cuando no es posible reducir la ecuación se aplicará la ecuación general.

López (1991) propone la siguiente secuencia metodológica para simplificar ecuaciones que estimen la emergencia en almacigo con base en la germinación de laboratorio:



Factores de campo

Es probable que todas las condiciones que afectan la emergencia estén representadas en el factor de campo y podrían resumirse en un valor práctico calculado para cada especie, Camacho (2000), menciona que un factor de campo en la práctica bajo buenas condiciones sería de 0.80 y uno bajo condiciones desfavorables es 0.40. En el Cuadro 1 se muestran algunos factores de campo para estimar la emergencia en vivero; valores que pueden ser usados según sus autores para todas las especies forestales.

Cuadro 1. Factores propuestos para estimar la emergencia en vivero.

Autor	Valor del factor de campo
Wakeley (1954)	0.73
Vidal (1962)	0.30 y 0.50
Boyd (1969)	0.50, 0.70 y 0.85
Bleasdale (1977)	0.40 y 0.80
Padilla (1983)	0.80 a 0.90
Terrazas(1990)	
<i>P. engelnani</i>	11.45*
<i>P. oocarpa</i>	0.842**
López (1991)	
<i>P. montezumae</i>	0.73**
<i>P. patula</i>	0.42
Ochoa (1994)	
General	0.8682
<i>P. oocarpa</i>	0.7913
<i>P. montezumae</i>	0.9368
<i>P. cooperi</i>	0.6089
<i>P. greggii</i>	0.3686
<i>P. patula</i>	0.8693
<i>P. jeffreyi</i>	0.9098

* Se resta ** Se multiplica

3.10. Correlación entre emergencia e índices de viabilidad

Diferentes autores han evaluado índices de viabilidad obtenidos en laboratorio y determinado cual de estos tiene una mayor correlación con la emergencia, por ejemplo:

Johnson y Loyd (1978), en semillas de *Glycine max* relacionaron las pruebas de germinación, frío, envejecimiento acelerado y tetrazolio con la emergencia en campo, encontraron que la mayor correlación fue con la prueba de Frío ($r = 0.84^{**}$).

Hall y Wiesner (1990), evaluaron las pruebas de germinación, envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica, tasa de respiración y ATP en semillas de *Bromegrass bibersteinii* comparándolas con la velocidad de emergencia, encontraron

que las mayores correlaciones fueron entre; rendimiento de forraje y envejecimiento acelerado ($r = 0.71^*$), rendimiento y tasa de respiración (0.69^*) y rendimiento y ATP ($r = 0.60^*$).

Vieira *et al.* (1999) correlacionaron las pruebas de daño mecánico, germinación, envejecimiento acelerado y emergencia en campo con la conductividad eléctrica. Las pruebas que presentaron una mayor correlación fueron germinación, envejecimiento acelerado y emergencia, esta última con ($r = -0.83^*$, $r = -0.78^{**}$, $r = -0.90^{**}$ y $r = -0.77^{**}$).

Bauer *et al.* (2003), correlacionaron los Índices de germinación, tetrazolio y conductividad eléctrica en semillas de soja cosechadas a término y semillas sometidas a deterioración a campo por humedad contra la emergencia en suelo, encontraron que la mayor correlación fue con la prueba de tetrazolio ($r = 0.64$).

Contreras y Barros (2005), evaluaron los siguientes índices en semillas de lechuga: germinación, envejecimiento acelerado, envejecimiento acelerado con saturación de sales, conductividad eléctrica y análisis de imagen, comparándolos contra la emergencia en suelo y la velocidad de la emergencia, encontrando que las mayores correlaciones fueron entre envejecimiento acelerado con saturación de sales ($r = 0.93^{**}$) y el análisis de imagen ($r = 0.89^{**}$), con la velocidad de emergencia y ($r = 0.88^{**}$) con la emergencia.

3. 11. Determinación de la necesidad de semilla para siembra

En principio se considera que las necesidades de semilla para siembra solo está en función de las características físicas y la germinación del lote de semillas empleado, las formulas de necesidad de semillas revisadas por Camacho (2000 a y b), van de acuerdo con las técnicas de producción que pueden ser empleadas, en el caso de las siembras masivas, que es el más general se tiene:

$$T = \frac{M}{(S) (I) (G) (B)}$$

Donde:

T = total de semilla a sembrar en kilogramo

M = número de plántulas deseadas o magnitud de cultivo

S = número de semillas por kilogramo

I = pureza

G = germinación

B = factor de campo

4. OBJETIVOS

- Determinar cual índice de viabilidad en semillas con diferentes condiciones de deterioro presenta mayor correlación con la emergencia en campo para las especies *Pinus ayacahuite* var. *tipica*, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* y *Leucaena leucocephala*.
- Verificar si las pruebas rápidas de viabilidad presentan una correlación significativa con la emergencia para poder ser utilizadas de manera confiable en el cálculo de necesidad de semillas para las especies *Pinus ayacahuite* var. *tipica*, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* y *Leucaena leucocephala*.
- Comprobar si la prueba de corte examen en las semillas de *Pinus ayacahuite* var. *tipica*, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* y *Leucaena leucocephala* esta correlacionada con la emergencia en campo.
- Confirmar si hay correlación de los índices germinativos con la emergencia en campo y determinar su utilidad en el caso de las especies mencionadas.

5. MATERIAL Y METODO

Las semillas empleadas en este estudio corresponden a las especies *Pinus ayacahuite* var. *tipica*, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* y *Leucaena leucocephala* de distintas procedencias las cuales se mencionan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Datos de colecta del material biológico.

Especie	Procedencia	Coordenadas de la localidad	Fecha de colecta
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>tipica</i>	Ingenio del Rosario Paraje Los Robles Municipio Coatepec Edo. Veracruz	2277 msnm N - 19° 21' 98 W - 99° 10' 478	Septiembre del 2005
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	Sn. Andrés Hueyacatitla Paraje Zoquititla Edo. Puebla	2277 msnm N - 19° 14' 42 W - 98° 35' 204	Septiembre del 2005
<i>Leucaena leucocephala</i>	Yucatán Municipio de Mérida	9 msnm N - 20° 58' 12" W - 89° 37' 12"	Septiembre del 2004

Las semillas se eligieron de árboles que tuvieran una distancia de 100 metros entre uno y otro, que cayeran dentro de la media fenotípica de la población, además de ser sanos y con buena fructificación. La limpieza de los lotes se hizo con una sopladora para retirar las basuras y separar las semillas llenas de las vacías.

El experimento se llevo a cabo en tres tiempos, uno para cada especie y en dos fases cada uno, una en la que se indujo el deterioro de las semillas y otra en la que se evaluó el daño, tanto en campo como en laboratorio.

5.1. Tratamientos a semillas de *Pinus ayacahuite* var. *tipica*

Las semillas de *Pinus ayacahuite* var. *tipica* fueron sometidas a cinco tratamientos de deterioro y una muestra testigo que nos permitió conocer las condiciones del lote de manera intacta (Cuadro 3). Cada tratamiento se evaluó mediante las pruebas de: emergencia, germinación, tetrazolio, conductividad eléctrica, corte examen y rayos X, así como, por diferentes índices de germinación.

Cuadro 3. Tratamientos de deterioro a los que fueron sometidas las semillas de *Pinus ayacahuite* var. *tipica*.

Especie	Tratamientos de deterioro
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>tipica</i>	Inmersión de las semillas en agua a 92° C durante seis min.
	Inmersión de las semillas en agua a 82° C durante seis min.
	Envejecimiento acelerado durante 4 días
	Envejecimiento acelerado durante 6 días
	Envejecimiento acelerado durante 10 días
	Testigo

5.2. Tratamientos a semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*

Las semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* fueron sometidas a tres tratamientos de deterioro y una muestra testigo, en este caso no hubo inmersiones en agua caliente debido a la insuficiencia de semillas (Cuadro 4). Cada tratamiento se evaluó mediante las pruebas de: emergencia, germinación, tetrazolio, conductividad eléctrica, corte examen, rayos X y diferentes índices de germinación.

Cuadro 4. Tratamientos de deterioro a los que fueron sometidas las semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*.

Especie	Tratamientos de deterioro
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> .	Envejecimiento acelerado durante 4 días
	Envejecimiento acelerado durante 6 días
	Envejecimiento acelerado durante 10 días
	Testigo

5.3. Tratamientos a semillas de *Leucaena leucocephala*

Las semillas de *Leucaena leucocephala* fueron expuestas a los tratamientos de deterioro en dos condiciones diferentes; 1) Impermeable, que consistió en someter a las semillas a los tratamientos de manera intacta y 2) Permeable, condición que se logra remojando las semillas a 75° C durante 6 minutos para retirar la cubierta impermeable presente en más del 50% de las semillas permitiendo su imbibición. Así mismo, cada muestra obtenida del tratamiento anterior junto con un testigo se sometieron a 5 procesos más, los cuales se describen en el (Cuadro 5). Estos fueron evaluados mediante las pruebas de: emergencia, germinación, tetrazolio, conductividad eléctrica, corte examen, rayos X e índices germinativos.

Cuadro 5. Tratamientos de deterioro a los que se sometieron las semillas de *Leucaena leucocephala*

Especie	Preparación de Semillas	Tratamientos de deterioro
<i>Leucaena leucocephala</i>	Impermeable (Sin tratamiento)	Sumergir las semillas en agua a 92° C durante 6 min.
		Sumergir las semillas en agua a 82° C durante 6 min.
		Envejecimiento Acelerado durante 4 días
		Envejecimiento Acelerado durante 6 días
		Envejecimiento Acelerado durante 10 días
		Testigo
<i>Leucaena leucocephala</i> <i>Leucaena leucocephala</i>	Permeable (Inmersas en agua a 75° C x 6 minutos)	Sumergir las semillas en agua a 92° C durante 6 min.
		Sumergir las semillas en agua a 82° C durante 6 min.
		Envejecimiento Acelerado durante 4 días
		Envejecimiento Acelerado durante 6 días
		Envejecimiento Acelerado durante 10 días
		Testigo

Los pasos seguidos para inducir el deterioro de las semillas y sus diferentes evaluaciones fueron los siguientes:

5.4. Inmersión en agua caliente

Las inmersiones de semillas en agua caliente se realizaron mediante bolsas de malla de mosquitero etiquetadas con un pequeño cuadro de aluminio sostenido por un hilo, en ellas se indico la temperatura del agua a la que iban a ser sumergidas (82° C ó 92° C). Cada bolsa contenía 100 semillas. Se hicieron 4 grupos de 5 bolsas representando una repetición a evaluar cada una, estos se apilaron con la ayuda de un alambre cubierto de plástico y se sumergieron en el agua. El agua se calentó en una parilla eléctrica sobre la que se colocó un recipiente con 1.5 litros de agua y se controló la temperatura con un

termómetro, para prevenir un sobrecalentamiento, las variaciones se controlaron agregando agua fría o retirando de la parilla (Figura 14).



Figura 14. Inmersión en agua caliente.

Inmediatamente después de pasados los 6 minutos en el remojo, las bolsitas fueron lavadas en agua corriente durante 40 segundos y se pusieron a escurrir, después de una hora se llevaron al invernadero (con un rango de temperatura de 8° C a 42° C) y se dejaron durante 24 horas.

5.5. Envejecimiento Acelerado

La prueba requirió del diseño de pequeñas cámaras húmedas hechas de charolas de plástico con dimensiones de 27 x 18 x 6 cm., dentro de las cuales se colocaron laminas de aluminio agujeradas cada cm², que sirvieron como soporte a las semillas. Se agregaron 500ml de agua para mantener una humedad relativa cercana al 100% dentro de la cámara y se colocaron 250 semillas en cada una, procurando que el acomodo fuera uniforme y que no se tocaran entre ellas (Figura 15).

Las cámaras pequeñas se introdujeron dentro de otra, de marca SEEDBURO que se mantuvo a una temperatura constante de 40° C y humedad relativa al 100% (Figura 16). Las semillas tratadas por 10 días al envejecimiento acelerado se introdujeron a las cámaras desde el inicio, las expuestas a seis días al cuarto y las expuestas a 4 al sexto día. Una vez transcurrido el tiempo previsto las semillas, se enjugaron con agua corriente debido a la presencia de algunos hongos y se pusieron a secar en el invernadero durante 24 horas.



Figura 15. Diseño de cámaras para envejecimiento



Figura 16. Cámara de envejecimiento

5.6. Evaluación

Cada uno de estos tratamientos fue evaluado mediante las pruebas de emergencia, germinación, conductividad eléctrica, corte examen, rayos X y tetrazolio con cuatro repeticiones de 100 semillas cada uno, así como por medio de diferentes índices calculados a partir de los datos de germinación (índices de velocidad germinativa, de uniformidad germinativa y valores germinativos)

5.6.1. Prueba de Emergencia

La prueba de emergencia en campo se trabajó en el semillero de los viveros de Coyoacán, localizados en Av. Del Progreso No 1. Coyoacán, D. F. .La preparación del almacigo consistió en cuatro etapas: 1) Con la ayuda de un bioldo se retiró la hierba y el musgo; 2) Se cernió la tierra de modo tal que esta estuviera “suave y blanda” para que las semillas no tuvieran problemas al germinar debido a la presencia de terrones (en este proceso se observó la presencia de gallina ciega *Coleoptera melolonthidae* la cual fue tratada con un insecticida biológico hecho a base del hongo *Beauveria bassiana*); 3) Se emparejó la tierra del almacigo con la ayuda de una madera; 4) Se evaluó el pH y se acidificó hasta alcanzar un pH de cinco, agregando una solución acuosa al 2% de ácido sulfúrico concentrado grado reactivo.

Sobre la tierra ya emparejada se hicieron una serie de surcos distanciados 5.5 cm. entre sí y 3.5 cm. de profundidad y dentro de cada uno se sembraron y se cubrieron con tierra 100 semillas correspondientes a una repeticiones de cada condición de deterioro y los testigos, el acomodo de las repeticiones fue en bloques al azar, para lo cual se hicieron cuatro bloques y el orden dentro de cada uno se hizo de manera aleatoria (Figura 17). Los riegos del almacigo se hicieron cada tercer día y el conteo de las semillas emergidas cada cuatro, se consideraron como semillas emergidas aquellas que tuvieron un desarrollo

mínimo correspondiente al de plántula completamente erecta y que conservara el tejido nutritiva y la cubierta.



Figura 17. Prueba de emergencia en el vivero

5.6.2. Prueba de Germinación

Dentro de cajas Petri se colocaron dos capas de papel filtro previamente cortado en círculos y se taparon. Se hicieron paquetes cinco cajas y se envolvieron con papel stock, estos se esterilizaron en autoclave a una presión de 1.5 libras durante 17 minutos para evitar la incidencia de hongos. Posteriormente el papel filtro de cada caja fue humedecido con agua purificada, evitando que al presionarlo con el dedo se formara una película alrededor. El número de semillas colocadas dentro de cada caja vario en función del tamaño, así de *Pinus ayacahuite* var. *tipica* y *Leucaena leucocephala* se colocaron 50 semillas y de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* se colocaron de 33 a 34. Las cajas fueron etiquetadas con el nombre de la especie, el tratamiento, el número de repetición y la fecha. Luego se colocaron en la germinadora a 22° C. Los conteos de germinación se hicieron cada 4 y 8 días, se consideraron como germinadas aquellas que mostraron una longitud de la radícula dos veces mayor al tamaño de la semilla, con un crecimiento normal, cada que se llevaba a cabo el conteo se retiraban las semillas ya germinadas. Los riegos se llevaron a cabo cada vez que fueron necesarios (Figura 18, 19).



Figura 18. Germinadoras

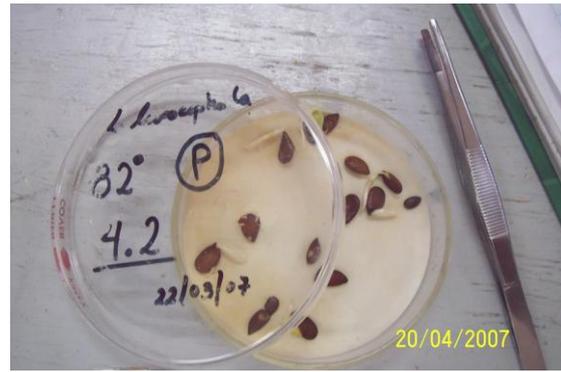


Figura 19. Prueba de germinación

- Cálculo de los índices germinativos

Con los datos obtenidos en las pruebas de germinación en laboratorio se obtuvieron, el porcentaje de germinación, los índices de velocidad de esta, así como su uniformidad y el valor germinativo, las formulas empleadas fueron las siguientes (Camacho y Morales, 1985):

Índices de Velocidad Germinativa.

Días a los percentiles 25, 50 y el 75 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Días a un \% dado} = d + \frac{(D - d)(E - a)}{A - a}$$

Donde:

A = valor de A_i mayor más cercano a E.

a = valor de A_i menor más cercano a E.

D = días requeridos para alcanzar A.

d = días requeridos para alcanzar a.

Días a inicio (D1) = Días requerido para iniciar la germinación, el tiempo que tardan en germinar las primeras semillas.

Días al 100% (D100) = El tiempo requerido para que germinen todas las semillas ó el ultimo día que hubo germinación.

Días Medios (DM) = Se obtienen a partir de la sumatoria del punto medio del tiempo transcurrido de la siembra a dos conteos sucesivos y de multiplicar éste por el número de semillas germinadas entre ellos.

$$D = (\sum PM_i G_i) / (\sum G_i)$$

Donde:

PM_i = punto medio del tiempo transcurrido desde la siembra a dos conteos contiguos, uno de los cuales corresponde a la i 'ésima evaluación.

G_i = germinación sencilla obtenida en el i 'ésimo conteo

Máxima Germinación Media Diaria = Tiempo requerido para que termine la etapa logarítmica de la germinación, momento en el que la germinación media diría alcanza su mayor valor.

Índices de Uniformidad Germinativa

Oscilación Intercuartilar = $\frac{\text{Día al percentil 75} - \text{Día al percentil 25}}{2}$

Desviación Típica $S^2 = \frac{\sum(G_i)(PM_i - D)^2}{(\sum G_i) - 1}$

G = Numero de semillas Germinadas

PM = Punto medio del tiempo transcurrido de la siembra a dos conteos sucesivos

D = Días medios

Índices de Valor Germinativo

Índice de Maguire: propuso evaluar el Valor Germinativo mediante la suma acumulativa de los cocientes obtenidos al dividir el porcentaje de germinación sencillo alcanzado en cada conteo entre los días transcurridos desde la siembra, (Morales y Camacho, 1985) l:

Índice de Maguire = $C \cdot \sum \frac{G_i}{D_i}$

Donde:

C = constante de transformación porcentual = $100 / (\text{tamaño de muestra})$

Índice de Czabator = $pm (t - 1)$

Donde:

p = porcentaje acumulado hasta obtener la máxima germinación media diaria, es decir el i 'ésimo cociente obtenido de dividir el porcentaje de germinación entre el tiempo transcurrido para alcanzarlo. m = germinación media diaria correspondiente a la última evaluación con germinación.

- **Correlación de los índices de viabilidad con la emergencia.**

En este proceso se usaron los índices como variable independiente y la emergencia como variable dependiente, con esto se realizó el ajuste de una recta por mínimos cuadrados y con ello se calculó la correlación y la ecuación correspondiente, de la cual se efectuó el análisis de varianza.

5.6.3. Prueba de Tetrazolio

Para llevar a cabo esta prueba lo primero que se hizo fue remojar las semillas en agua de la llave durante 24 horas, en el caso de *Leucaena leucocephala*, antes de ser remojadas se les hizo una pequeña hendidura con un cortaúñas para que el agua pudiera penetrar, con la finalidad de inducir el comienzo de la actividad enzimática y reblandecer la testa, en el caso de los pinos la semilla cortó por la mitad. Pasado el tiempo de remojo, las semillas se cortaron longitudinalmente dividiendo el embrión exactamente a la mitad, y aquellas secciones donde se observó el embrión con mayor claridad se sumergieron en solución de tetrazolio al 1.5% (2, 3, 5 cloruro de trifenil y tetrazolio), las semillas fueron evaluadas a las 24 horas con la ayuda de un microscopio estereoscópico. No se consideraron viables a las semillas que tiñeron menos del 75%, así como aquellas que tuvieron las puntas de sus radículas o plúmulas blancas en su mayor parte, o bien si dejaron puentes entre estas estructuras y/o los cotiledones, tampoco fueron consideradas como viables aquellas que tuvieron una coloración rojo pálido (Figura 20).

Para la preparación del tetrazolio (Moreno, 1985) se requirieron dos soluciones tampón, una de fosfato de potasio que se preparó disolviendo 0.9 gramos de KH_2PO_4 en 250 ml de agua y otra de fosfato de sodio que se hizo disolviendo 1.9 gramos de Na_2HPO_4 en 250 ml de agua. Se agregaron 166.66 ml de la solución de fosfato de potasio en los 250 ml de la solución de fosfato de sodio, se mezclaron perfectamente y se agregaron 2.5 g de sal de tetrazolio, todo se agitó perfectamente y se colocó en un frasco ámbar (Figura 21).



Figura 20. Embriones teñidos

5.6.4. Prueba de Conductividad eléctrica

Las repeticiones de 100 semillas fueron fraccionadas a su vez en cuatro repeticiones de 25 semillas cada una. La prueba consistió en depositar las repeticiones fraccionadas en un frasco con 50 ml de agua desionizada y dejarlas inmersas ahí durante 24 horas. Pasado este tiempo se evaluó la conductividad del lixiviado (el agua sin las semillas) con la ayuda de un conductímetro marca CONDUCTRONIC Modelo PC18, previamente calibrado con una solución de ClK al .1M., al momento de cada evaluación se enjuagó perfectamente el electrodo con agua desionizada de tal modo que no hubiera contaminación de una muestra a otra, se fue tomando el dato de cada lectura (Figura 22).



Figura 22. Prueba de conductividad eléctrica

5.6.5. Prueba de Corte Examen

Se cortaron las semillas longitudinalmente y se observaron las condiciones del embrión, si estaba lechoso, poco firme, mohoso, podrido, consumido por insectos, manchado o ausente se consideró muerto. Cada dato observado se registro (Figura 23).

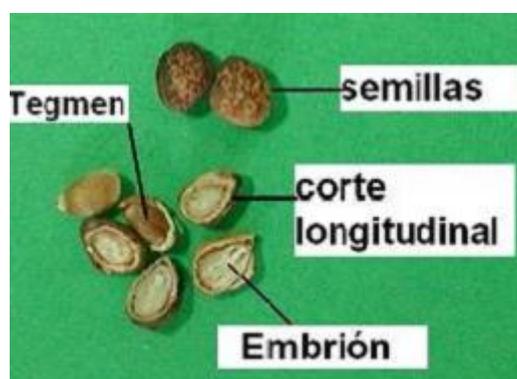


Figura 23. Prueba de corte examen

5.6.6. Prueba de rayos X

Siguiendo a Camacho (1994a), en un pedazo de plástico adherente se colocaron 100 semillas en orden formando un cuadro de 10 x 10 con una distancia de aproximada de 0.5 cm. entre una y otra. El plástico se colocó encima del sobre que contenía la placa de rayos X. Ambas cosas se introdujeron dentro del aparato de rayos X marca Hewlett Packard modelo Faxitron Series 43804N X – Ray system durante 60 segundos y se irradiaron a 45 kvp.

Las semillas se retiraron y la placa se llevo al cuarto oscuro, donde se reveló con la ayuda de un foco rojo, proceso que consistió en 5 pasos:

1) La placa se saco del sobre y fue remojada en una charola de agua previamente preparada, durante aproximadamente 10 segundos.

2) Esta se sumergió en el revelador durante 10 segundos.

3) Se retiro del revelador y se coloco en el agua para ser enjuagada.

4) Se paso a la charola del fijador en donde se dejo inmersa durante aproximadamente 25 segundos.

5) Pasado el tiempo se retiro y se coloco en la charola de agua para ser enjuagada nuevamente se dejo ahí durante 25 segundos y se colgó en un tendedero hasta que estuvo secara.

Ya seca la placa fue expuesta a contra luz, para poder ser observada, las semillas que en ella aparecieron se clasificaron en: viables, vacías, invadidas por insectos u hongos y contraídas (Figura 24).

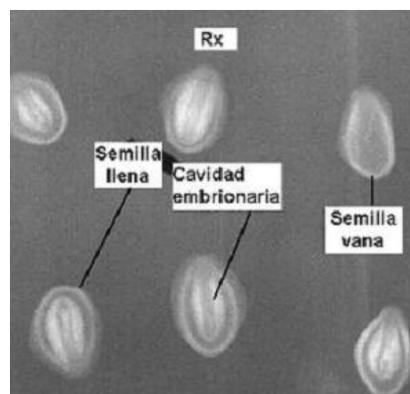


Figura 24. Placas de rayos X

En el cuadro 6 se indica en que consiste y para que sirve cada una de las pruebas (variables de respuesta), con las que se evaluaron las diferentes condiciones de deterioro inducidos con los tratamientos.

Cuadro 6. Características de índices de viabilidad obtenidos en laboratorio.

Variedad de Respuesta	Consiste en:	Sirve para:	Cita
Germinación	Poner a germinar la muestra en condiciones óptimas.	Para conocer la cantidad máxima de semillas que pueden germinar de un lote bajo condiciones ambientales óptimas, así como para calcular la semilla necesaria para la siembra. Opcionalmente se pueden calcular índices de tiempo, uniformidad y valor germinativos.	(Patiño <i>et al.</i> 1983 y Prieto <i>et al.</i> 1997)
Emergencia	Poner a germinar la muestra en el suelo.	Determinar el porcentaje de semillas de un lote capaces de producir una plántula en condiciones de campo.	(Camacho, 2000)
Rayos X	Obtener radiografías de muestras de un lote.	Esta prueba permite determinar las infestaciones por insectos, el porcentaje de semillas con distintos grados de desarrollo, daños mecánicos e incluso porcentajes de viabilidad.	(De la Garza y Nepamuceno, 1986 y Prieto <i>et al.</i> , 1997).
Corte Examen	Cortar una muestra de semillas longitudinalmente.	Evaluar las condiciones del embrión y determinar su viabilidad.	(Prieto <i>et al.</i> 1997)
Conductividad Eléctrica	Evaluar la conductividad eléctrica de la solución obtenida de remojar las semillas por 24 horas. La conductividad aumenta al ser mayor el número de semillas muertas.	Determinar el porcentaje de semillas viables con base en la permeabilidad de las membranas.	Camacho (1994a)
Tetrazolio	Consiste en el teñido de embriones en función de la actividad enzimática de los tejidos por el proceso de óxido-reducción. Se consideran vivas si tiñen de rojo carmín en todas sus estructuras vitales, sin dejar puentes blancos entre ellas.	Esta prueba permite conocer la viabilidad de las semillas en forma cuantitativa.	Camacho (1994a)

5.7. Análisis Gráfico.

Para la germinación y la emergencia se hicieron graficas del tiempo transcurrido desde la siembra en los cuales se presentan los datos acumulados y transformados a porcentajes (González y Orozco, 1996), con el fin de facilitar la presentación se consideraron evaluaciones equidistantes; en caso de que no coincidiera alguna de estas con uno de los conteos realizados se estimo el dato por proporciones suponiendo una línea recta entre dos conteos subsecuentes.

En cuanto a la evaluación de la viabilidad se trazaron histogramas de barras correspondientes a cada uno de los métodos aplicados y para cada uno de los tratamientos considerados.

Con respecto a la correlación se uso a la emergencia como variable dependiente y a los índices como variables independientes, se representan los puntos con sus ordenadas cartesianas y la recta de mayor ajuste determinada por mínimos cuadrados mediante el programa Excel.

5.8. Análisis Estadístico

Las correlaciones que se mencionan anteriormente se acompañan del valor de coeficiente de correlación y un asterisco que indica la significancia obtenida para la regresión en el análisis de varianza con el fin de simplificar la presentación, los índices se clasificaron en: Índices de viabilidad, uniformidad, velocidad y valor germinativo.

El ajuste a la recta se evaluó considerando coeficiente de determinación, cuadrado medio del error y F del análisis de regresión, se calculo el intervalo de confianza de la ordenada al origen con el fin de simplificar la recta pasando la por éste.

Para el análisis de varianza se trabajo con variables que tienen un importante componente binomial se hizo énfasis en el cumplimiento de los supuestos de homosedasticidad, es decir, homogeneidad de las varianzas de los tratamientos, para lo cual se empleo la prueba de Barttlet (Zarate e Infante, 1984) y se efectuó la transformación de los datos a logaritmo, raíz cuadrada y arco seno.

Para *Pinus ayacahuite* var. *típica* y *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* se considero un diseño de bloque al azar con un número de repeticiones correspondiente a la manera en que se tomaron los datos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Variables y número de repeticiones.

Índices de Viabilidad	Repeticiones	Número de Semillas
Germinación		
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>típica</i>	8	50
<i>Pinus aycahuite</i> var. <i>veitchii</i>	12	33
<i>Leucaena leucocephala</i>	8	50
Tetrazolio	4	100
Rayos X	4	100
Corte Examen	4	100
Conductividad Eléctrica		
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>típica</i>	16	25
<i>Pinus aycahuite</i> var. <i>veitchii</i>	16	25
<i>Leucaena leucocephala</i>	8	50
Índices de Uniformidad Germinativa		
Desviación Típica	8	50
Oscilación Intercuartilar	8	50
Índices de Velocidad Germinativa		
Días al 25%	8	50
Días al 75%	8	50
Días al 100%	8	50
Días a inicio D1	8	50
Días a final D100	8	50
Días Medios	8	50
Máxima Germinación Media Diaria	8	50
Índices de Valores Germinativos		
Maguire	8	50
Czabator	8	50
Máxima Velocidad Media Diaria	8	50

En el caso de *Leucaena leucocephala* además de lo anterior se considero un diseño factorial de tratamientos seis por dos, por lo que la suma de cuadrados de tratamientos se dividió en dos factores (estado de las semillas y tratamiento de deterioro) y una interacción.

La prueba de medias de Tukey al 0.05 solo se aplico en aquellas variables que tuvieron varianzas homogéneas y se correlacionaran de manera significativa con la emergencia, requirieran o no de transformación. Para *Leucaena leucocephala* las pruebas de medias se hicieron considerando la significancia de la interacción.

A continuación se indica el procedimiento general seguido en el presente trabajo:

- 1) Limpieza de los lotes mediante el soplado.
- 2) Tratamiento de permeabilidad a las semillas de *Leucaena leucocephala* (remojos en agua a 75° C durante 6 minutos).
- 3) Aplicación de los tratamientos de deterioro a las semillas de las tres especies, por medio del envejecimiento acelerado durante cuatro, seis y diez días, así como inmersiones en agua a 92° C y a 82° C durante seis minutos en *Pinus ayacahuite* ambas variedades y *Leucaena leucocephala*.
- 4) Evaluación de cada tratamiento mediante las pruebas de: conductividad eléctrica, tetrazolio, corte examen, germinación, emergencia, rayos X, índices de uniformidad germinativa, índices de velocidad germinativa e índices de valor germinativo.
- 5) Análisis de varianza y prueba de medias, para verificar que se indujo variación en la viabilidad y que todas las pruebas lo detectan, previamente se evaluó el efecto de transformaciones sobre la homocedasticidad.
- 6) Análisis de regresión entre promedios por tratamiento para verificar relación con la emergencia, los parámetros de la ecuación y la correlación presente.

6. RESULTADOS

6.1. *Pinus ayacahuite* var. *típica*

6.1.1. Histograma de viabilidad

En el histograma de viabilidad (Figura 25) se observó que los índices evaluados en el laboratorio arrojaron resultados diferentes a los obtenidos en la prueba de emergencia, incluso la germinación fue menor que la viabilidad en campo, el tetrazolio muestra un patrón de resultados similares a los de emergencia, los métodos visuales (rayos X y corte examen), tendieron a sobreestimar la viabilidad de las semillas, en especial la de las inmersas en agua caliente, la prueba de conductividad eléctrica muestra una ligera relación con la emergencia, cuando la conductividad aumenta la emergencia disminuye y a la inversa.

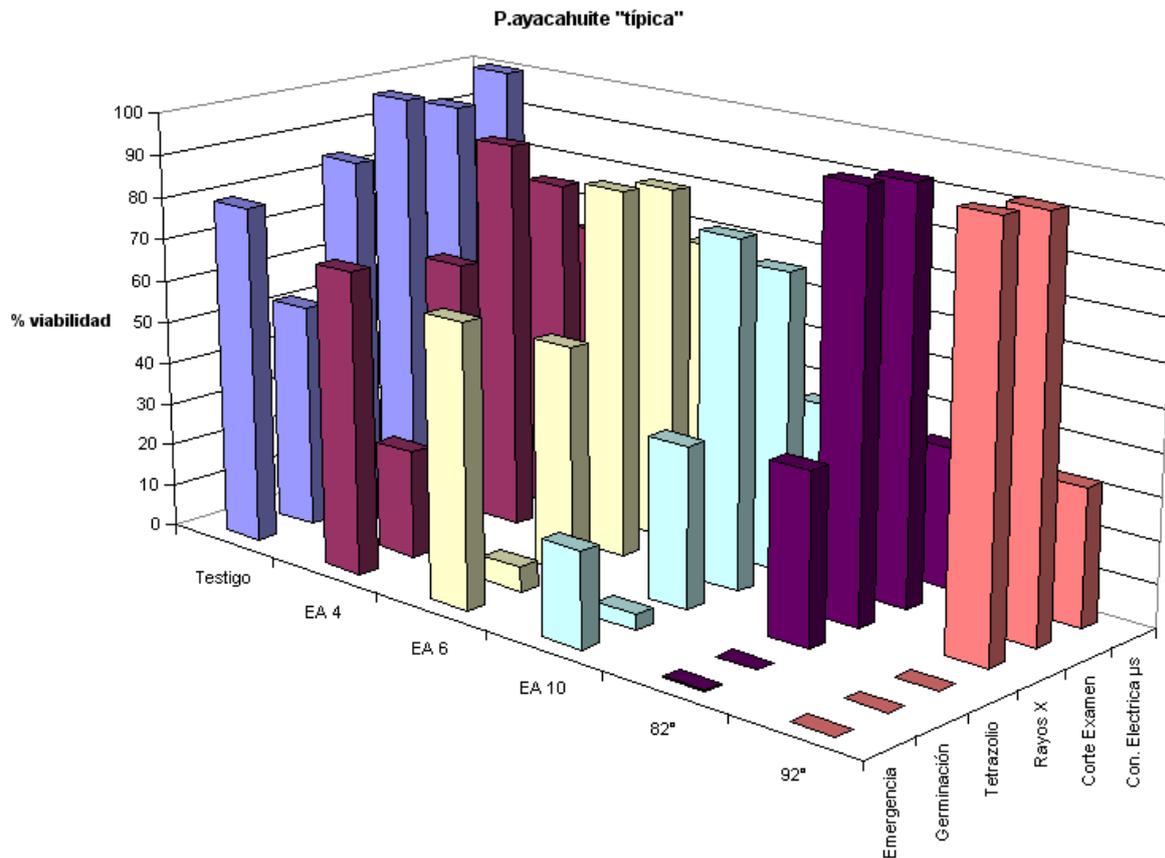


Figura 25. Viabilidad de las semillas de *Pinus ayacahuite* var. *típica* sometidas a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas por diversos Índices.

6.1.2. Curvas de Emergencia y Germinación.

Fue menor el porcentaje de semillas germinadas en condiciones ideales que el de las emergidas en campo, el testigo de ambas presento una viabilidad mayor que la de las semillas envejecidas y las inmersas en agua caliente, aunque en el caso de la emergencia las semillas envejecidas durante cuatro y seis días presentaron un porcentaje de viabilidad semejante al del testigo. En ambas pruebas (emergencia y germinación) se observo que los días de exposición al envejecimiento acelerado determinan la intensidad del deterioro, que se refleja en la disminución de porcentaje de viabilidad según el número de días que fueron envejecidas, a más días de envejecimiento menor porcentaje de viabilidad. Los tratamientos de inmersión en agua caliente tuvieron una viabilidad menor al cinco por ciento, de tal manera que ni siquiera son visibles en la grafica (Figura 26).

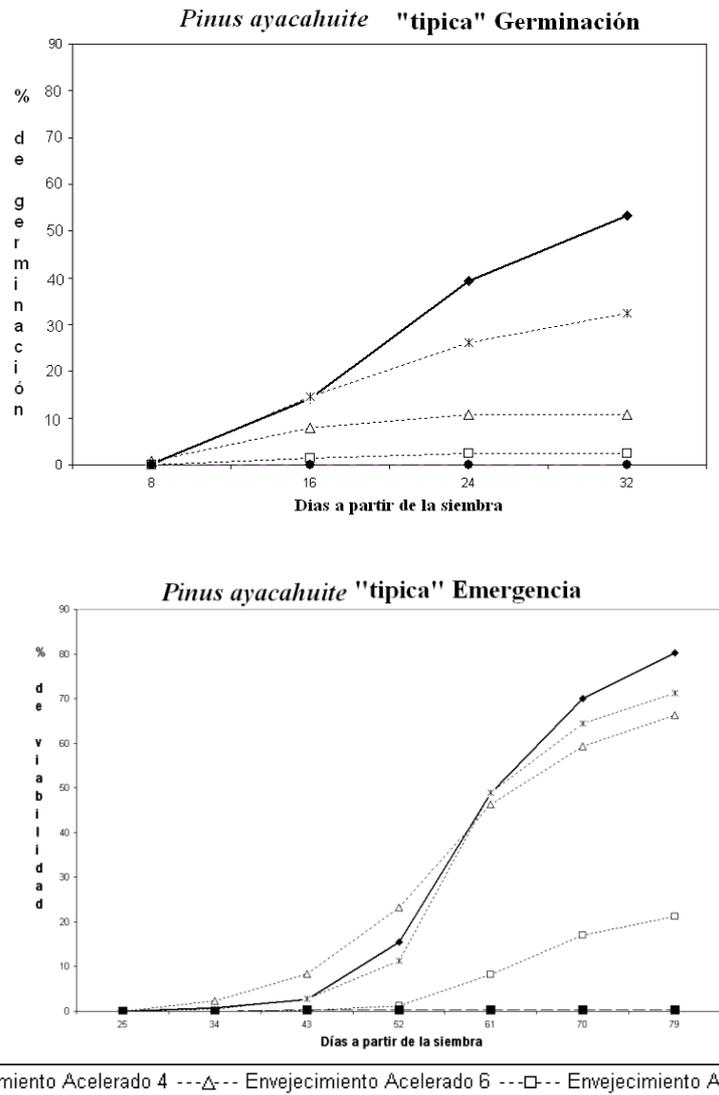


Figura 26. Evolución de la germinación y emergencia en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *típica*

6.1.3. Correlación de la emergencia con la viabilidad.

Los índices de viabilidad evaluados en el laboratorio que tuvieron una correlación significativa con la emergencia fueron; la prueba de tetrazolio con una ordenada al origen negativa y la conductividad eléctrica con una pendiente negativa, la correlación que mostraron fue al 0.05% y 0.01% respectivamente (Figura 27). Prácticamente todos los índices de velocidad germinativa mostraron una relación con la emergencia, los días al primero, segundo y tercer cuartil tuvieron una al 0.05%, mientras que los días al inicio, días final y la máxima media diaria una al 0.01%, las ecuaciones de estos Índices se caracterizaron por tener una ordenada al origen cercana a cero (Figura 28). Los índices de valores germinativos que presentaron una relación significativa del 0.05% son Maguire y máxima velocidad media, ambas con una ordenada positiva (Figura 29). La desviación típica como índice de uniformidad germinativa presento una correlación con la emergencia del 0.05% con una ordenada al origen positiva (Figura 30)

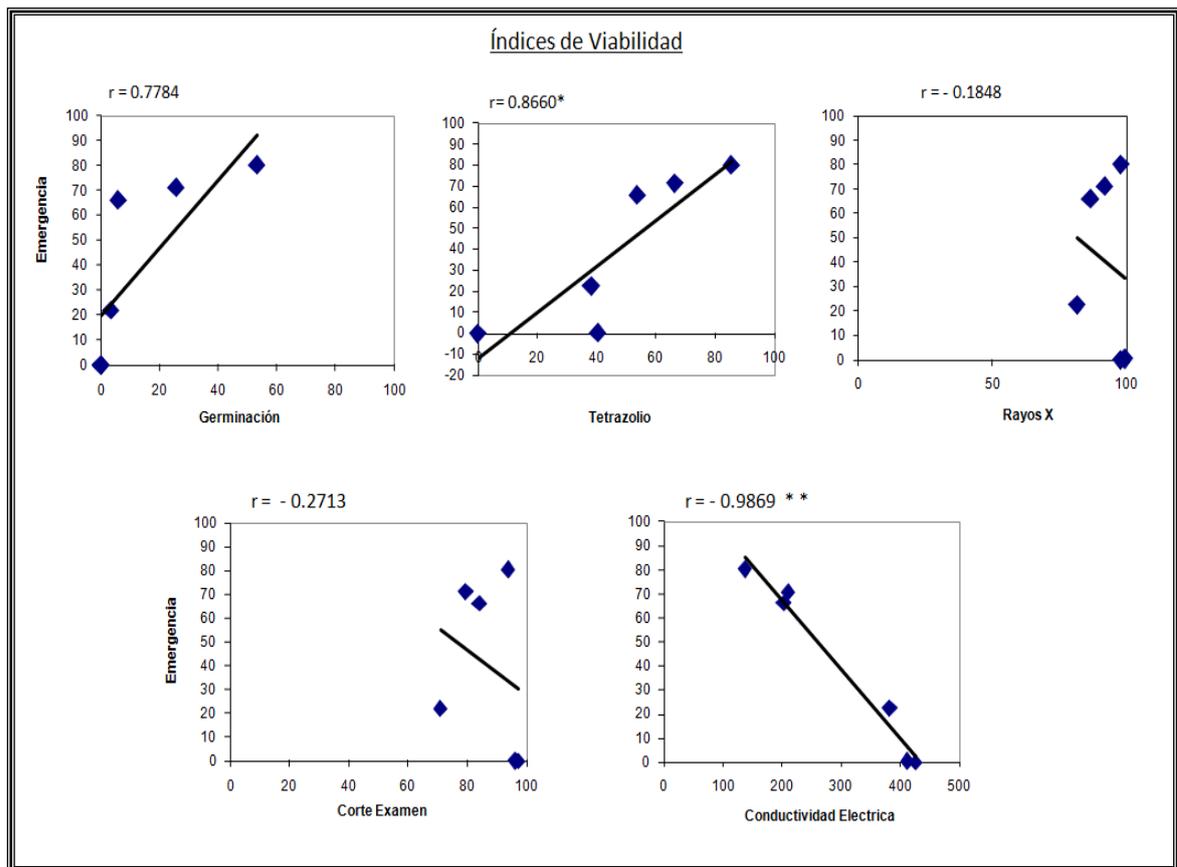


Figura 27. Correlación de la emergencia con diferentes índices de viabilidad en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *típica*.

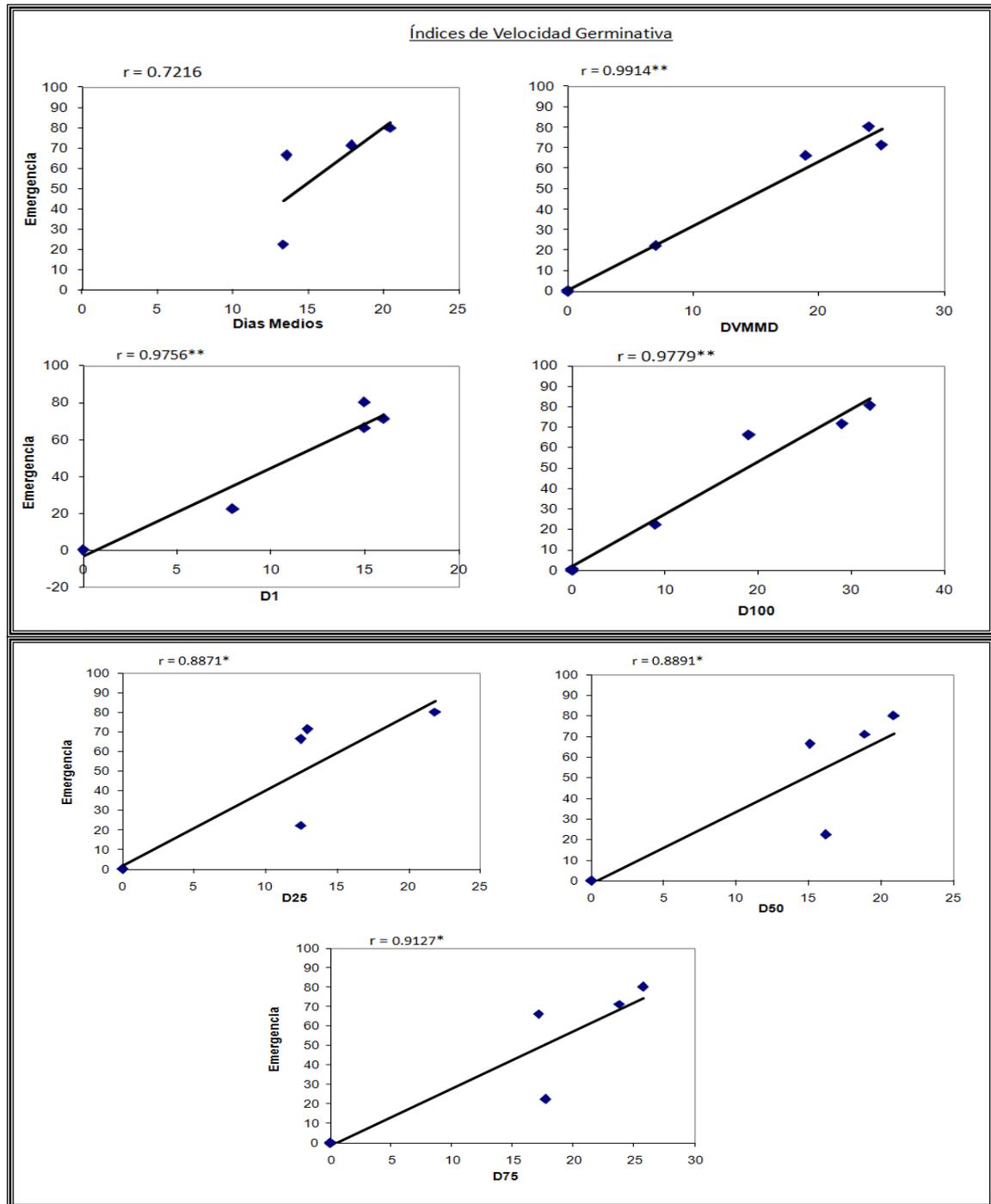


Figura 28. Correlación de la emergencia con diferentes índices de velocidad germinativa en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *típica*.

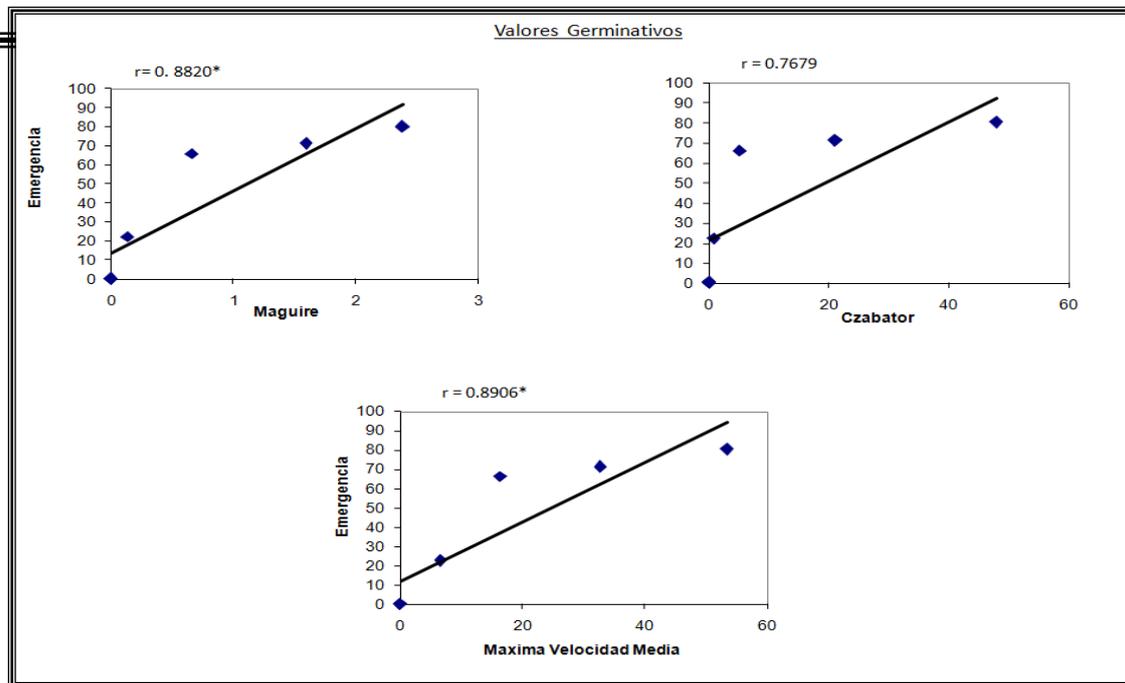


Figura 29. Correlación de la emergencia con diferentes índices de valores germinativos en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *típica*.

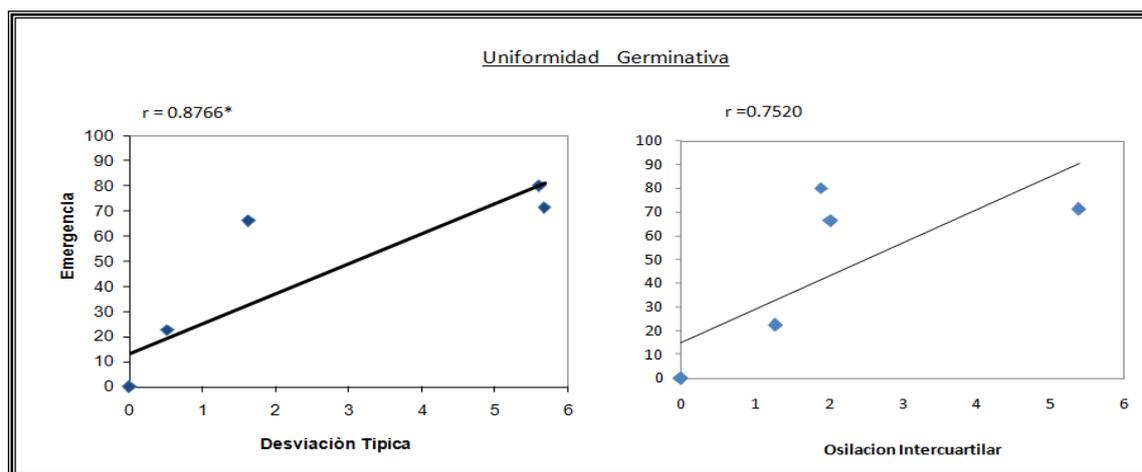


Figura 30. Correlación de la emergencia con diferentes índices de uniformidad germinativa en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *típica*.

El índice de viabilidad que presenta la mayor correlación con la emergencia fueron los días a la máxima media diaria, el cual es un indicador de la velocidad germinativa, a su vez tuvo el menor cuadrado medio del error lo que indica una elevada precisión, la significancia que mostró fue la mayor de todas las variables (Cuadro 8). La ecuación de este índice puede ser pasada por el origen ya que el valor del límite inferior se encuentra por debajo del cero y el límite superior por encima. Con excepción de la ecuación perteneciente a la prueba de conductividad eléctrica, la recta de todas las demás variables evaluadas pueden ser pasadas por el origen, ya que estas presentan intervalos de confianza con un límite inferior menor a cero y uno superior mayor a cero.

Cuadro 8. Análisis de regresión de la emergencia con respecto a otras variables independientes
Pinus ayacahuite var. *típica*.

Variable	Correlación	Cuadrado Medio del Error	Significancia observada P > F	Pendiente Limites del Intervalo de confianza 0.95	
				Inferior	Superior
Germinación	0.7784	667.15	0.068	-6.14	46.46
Tetrazolio	0.866	423.44	0.0265	-45.73	22.33
Con. Eléctrica	0.9869	44.11	0.001**	110.47	140.14
Rayos X	0.1848	1635.14	0.7232	-334.67	589.65
Corte Examen	0.2713	1568,34	0.0655	-170,05	415,68
Días al inicio D1	0.9756	81.54	0.0019**	-14.84	9.25
Días al final D100	0.9779	73.87	0.0017**	-8.56	12.73
Primer cuartil D25	0.8871	360.64	0.0194*	-23.16	26.88
Segundo curtil D50	0.8891	354.83	0.0188*	-27.18	24.85
Tercer curtil D75	0.9127	282.62	0.0123*	-24.24	21.52
Días Medios	0.7216	467.85	0.2139	-144.49	91.99
DMMD	0.9914	29.01	0.0007**	-5.96	7.54
Desviación Típica	0.8766	392.04	0.0228*	-8.31	35.01
Oscilación Intercuartilar	0.752	735.51	0.0842	-15.21	46.13
Maguire	0.882	376.12	0.021*	-7	34.89
Czabator	0.7679	694.61	0.0743	-4.66	47.86
MMD	0.8906	350.11	0.0183*	-8.84	32.76

*Indica que es significativo al 0.05% **Indica que es significativo al 0.01*

6.1.4 Análisis de homocedasticidad de los Índices.

En *Pinus ayacahuite* var. *típica* las pruebas de tetrazolio y máxima velocidad media diaria tienen varianzas homogéneas y correlación significativa con la emergencia (Cuadro 9). Las variables que presentaron homogeneidad de sus varianzas sin necesidad de las transformaciones fueron: emergencia, tetrazolio y máxima velocidad media diaria. En el caso de las variables germinación y rayos X, la aplicación arco seno ayuda a homogeneizar, aunque en el caso de germinación es más recomendable utilizar la aplicación de raíz cuadrada pues presenta un coeficiente de variación menor. Las varianzas de los índices de Czabator y Maguire requieren de la aplicación de logaritmo y este último también con raíz cuadrada. En el caso de emergencia y tetrazolio la homogeneidad de las varianzas está relacionada con un coeficiente de variación menor al 20%, en el caso de Rayos X la transformación arco seno ayuda a tener varianzas homogéneas y a mantener un bajo coeficiente de variación.

Cuadro 9. Efecto de transformaciones sobre el coeficiente de variación y homogeneidad de varianzas en variables para estudiar la viabilidad en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *típica*.

Variable	Coeficiente de Variación	Sig Obs X2 prueba de Bartlett	Sig Obs F de reg con Emergencia	Sig Obs F de Tratamientos
Emergencia	17.4889	1.000 NS		0.0003 **
LOG	5.7629	0.0007 **		0.0015 **
RAÍZ	11.5763	0.0353 *		0.0005 **
Arco Seno	13.9431	0.2582 NS		0.0005 **
Germinación	47.2443	0.0191 *	0.068 NS	0.0000 **
LOG	25.3953	0.00020 **		0.0000 **
RAÍZ	23.8092	0.7113 NS		0.0000 **
Arco Seno	30.5677	0.9589 NS		0.0000 **
Tetrazolio	18.0769	0.4006 NS	0.0265 *	0.0003 **
LOG	5.5520	0.0092 **		0.0125 **
RAÍZ	12.0985	0.0962 NS		0.0018 **
Arco Seno	13.3351	0.4368 NS		0.0003 **
Rayos X	4.3082	0.0084 **	0.7232 NS	0.0001 **
LOG	0.6497	0.0058 **		0.0001 **
RAÍZ	2.1636	0.0071 **		0.0001 **
Arco Seno	6.9366	0.3332 NS		0.0002 **
Corte Examen	6.9576	0.0128 *	0.6055 NS	0.0002 **
LOG	1.1651	0.0032 **		0.0003 **
RAÍZ	3.6524	0.0068 **		0.0002 **
Arco Seno	7.8080	0.0444 *		0.0001 **
Con. Electrica μ s	46.0874	4.57E-21 **	0.001 **	0.0000 **
Maguire	58.2589	0.0102 *	0.021 *	0.0000 **
LOG	29.8042	0.3046 NS		0.0000 **
RAÍZ	14.9369	0.0919 NS		0.0000 **
IG Czabator	85.3500	0.0000 **	0.0743 NS	0.0001 **
LOG	27.2420	0.2841 NS		0.0000 **
RAÍZ	41.8912	0.0040 **		0.0000 **
Max ima vel. media diaria	44.0883	0.1574 NS	0.0183 *	0.0000 **
LOG	27.1232	0.0000 **		0.0001 **
RAÍZ	24.0385	0.6858 NS		0.0000 **

*Indica que es significativo al 0.05% **Indica que es significativo al 0.01%

6.1.5. Agrupación de medias en las variables seleccionadas

En *Pinus ayacahuite* var. *típica* el testigo y envejecimiento acelerado a los cuatro y a los seis días tuvieron una emergencia similar (Cuadro 10), la cual supero significativamente

a la obtenida con diez días de este mismo tratamiento. Los porcentajes de tinción con tetrazolio fueron estadísticamente iguales en el testigo y con cuatro días de envejecimiento acelerado, con un periodo mayor de este tratamiento hubo una disminución significativa con respecto al primero, aunque no entre los seis y los diez días. La máxima velocidad media diaria muestra una diferencia estadística escalonada, con una disminución significativa continua que va del Testigo hasta el envejecimiento acelerado a los diez días.

Cuadro 10. Agrupación de medias de emergencia e índices para calidad de semillas en *Pinus ayacahuite*, con relación a sus tratamientos de deterioro.

Tratamientos	Emergencia	LOG	RAÍZ	Arco Seno
Testigo	80.25 a	2.9047 a	9.0124 a	63.6718 a
EA4	71.25 a	2.8496 a	8.4820 a	57.8770 a
EA6	66.25 a	2.8179 a	8.1826 a	54.7169 a
EA10	22.50 b	2.2846 b	4.6813 b	27.4725 b
Tratamientos	Tetrazolio	LOG	RAÍZ	Arco Seno
Testigo	85.50 a	2.9306 a	9.2909 a	68.6455 a
EA4	66.50 ab	2.8205 ab	8.2025 ab	54.7585 ab
EA6	53.75 bc	2.7275 ab	7.3844 abc	47.1701 bc
EA10	38.00 c	2.5491 b	6.1452 c	37.7067 c
82°	40.25 c	2.5405 b	6.2210 bc	38.7163 c
Tratamientos	MVMD	LOG	RAÍZ	
Testigo	53.25 a	2.7044 a	7.2797 a	
EA4	32.70 b	2.4807 a	5.6978 a	
EA6	16.29 bc	2.1740 a	4.0664 b	
EA10	6.66 c	1.0612 b	2.3872 c	

En cada columna las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí.
Con $\alpha = 0.05\%$

6.2. *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*

6.2.1. Histograma de viabilidad

Se observo que prácticamente todas las pruebas registran una disminución en la viabilidad según el tiempo de deterioro al que son expuestas las semillas, entre mas días son envejecidas menor es la viabilidad que presentan (Figura 31). Contrario a lo que se esperaba es menor el porcentaje de germinación que el de emergencia, en esta especie las evaluaciones visuales (rayos X y corte examen) así como la conductividad eléctrica y el tetrazolio tienden a sobre estimar la viabilidad de las semillas.

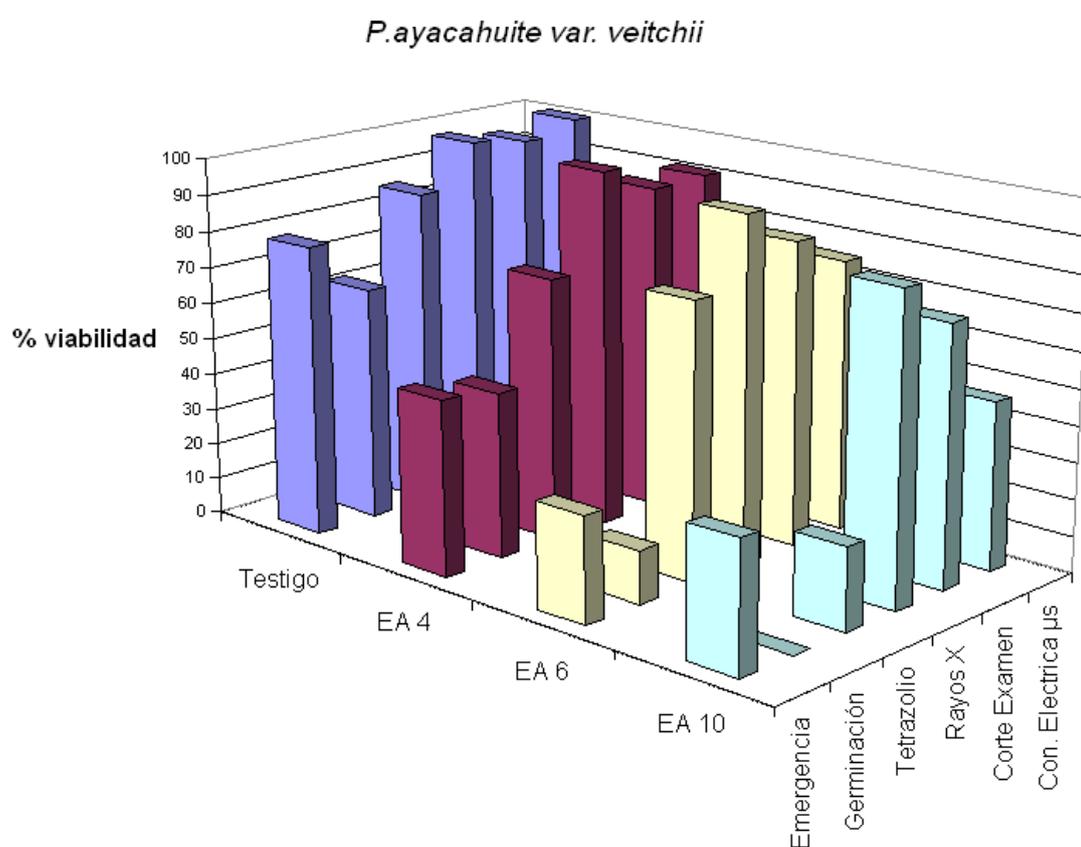


Figura 31. Viabilidad de las semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* sometidas a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas por diversos Índices.

6.2.2. Curvas de emergencia y germinación

La viabilidad de las semillas emergidas en campo fue 20% mayor a las germinadas en condiciones idóneas (Figura 32). El testigo de ambas presento una viabilidad mayor que la de las semillas envejecidas, en el caso de la emergencia las semillas deterioradas durante seis días son las que presentaron el menor porcentaje de viabilidad.

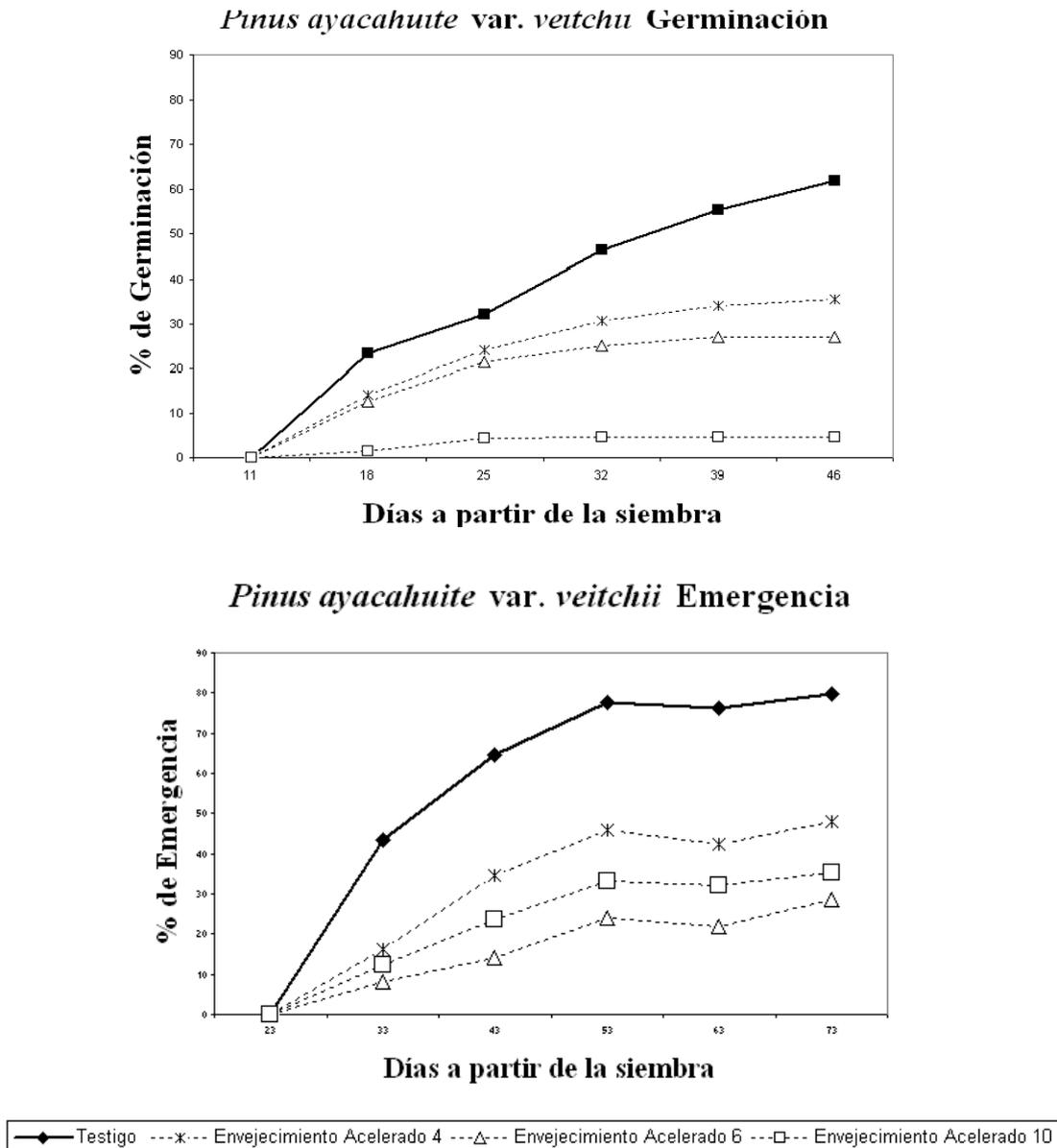


Figura 32. Evolución de la germinación y emergencia en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*.

6.2.3. Correlación de la emergencia con la viabilidad

Ninguno de los índices de viabilidad obtenidos en el laboratorio presentaron una relación significativa con la emergencia (Figura 33). Los índices de velocidad germinativa que tuvieron una correlación significativa del 0.05% con la emergencia fueron los días al tercer cuartil y los días medios, mientras que los días al primer cuartil tuvieron una al 0.01% (Figura 35).

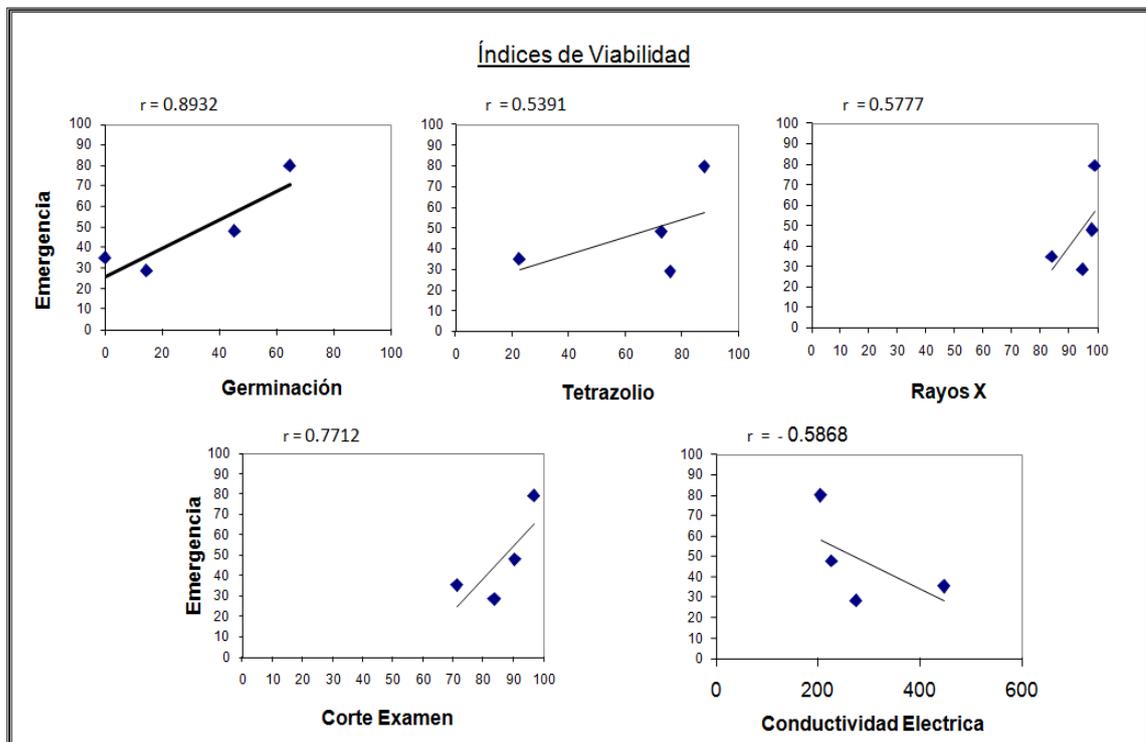


Figura 33. Correlaciones de la emergencia con diferentes índices de viabilidad en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*.

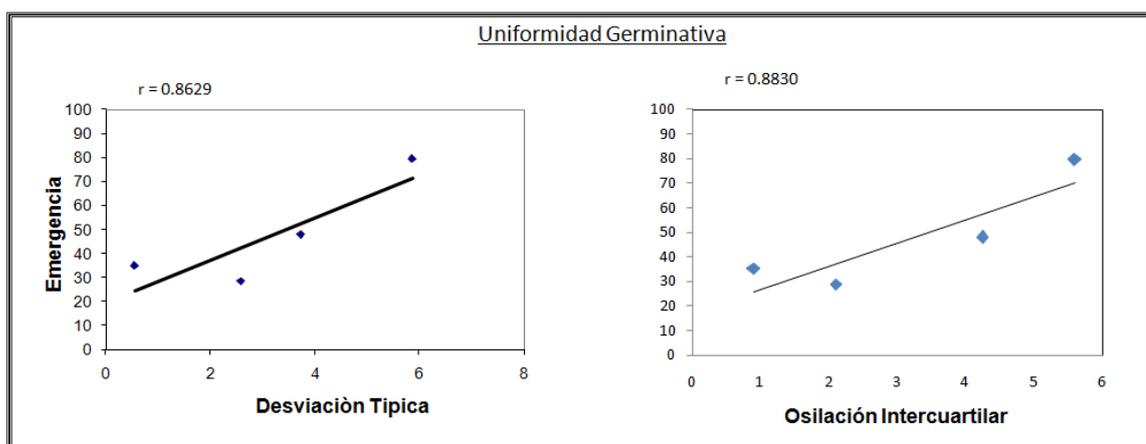


Figura 34. Correlaciones de la emergencia con diferentes índices de uniformidad germinativa en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*.

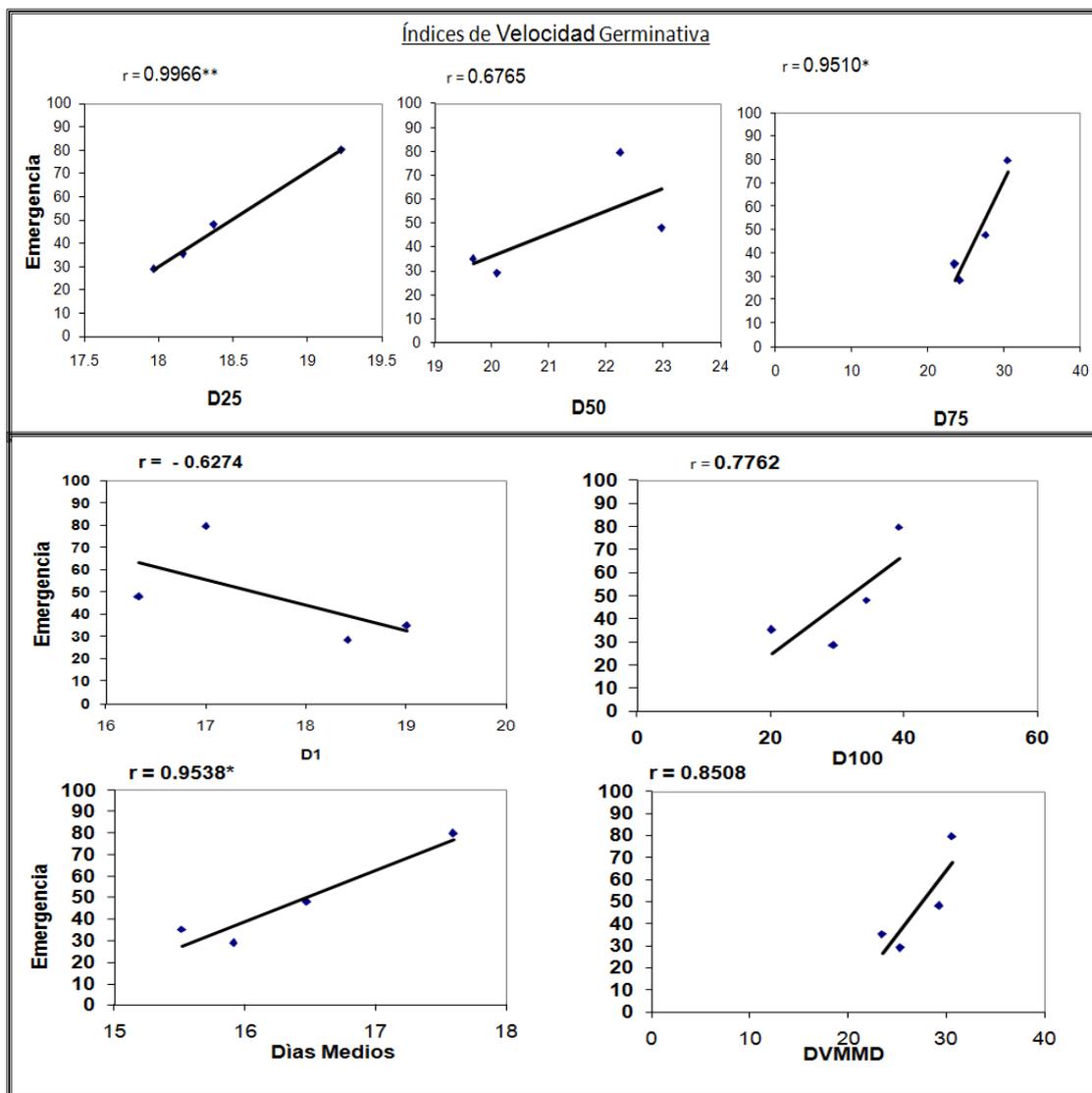


Figura 35. Correlaciones de la emergencia con diferentes índices de velocidad germinativa en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*.

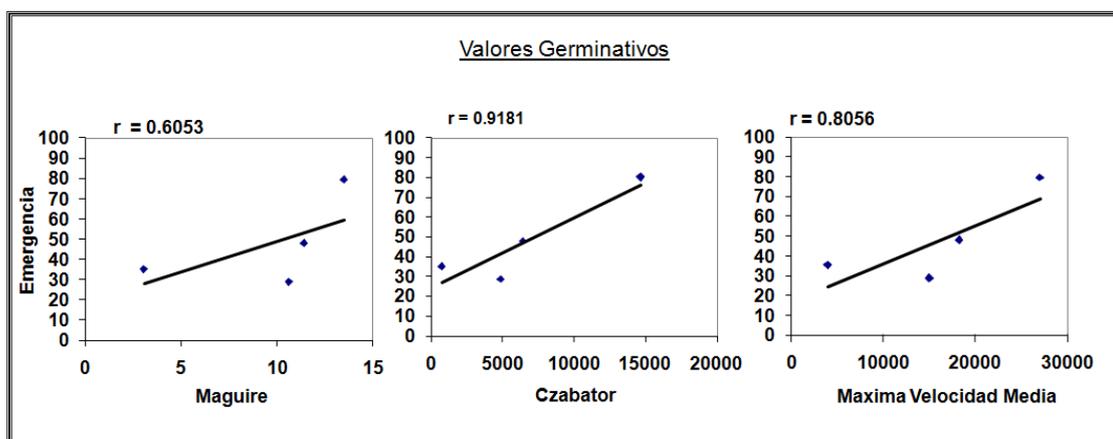


Figura 36. Correlaciones de la emergencia con diferentes índices de valores germinativos en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*.

El índice que presentó la mayor correlación con la emergencia fueron los días al primer cuartil, así como el menor cuadrado medio del error lo que indica una elevada precisión, la significancia que este mostró fue mayor al 0.01% (Cuadro 11). La ecuación de esta recta no es posible pasarla por el origen. El índice de Czabator podría ser considerado como bueno, si se tomara en cuenta el hecho de que la recta pasa por el origen así como su elevada correlación con la emergencia, pero la significancia de este es mayor a 0.05% por lo que no es significativa, situación que indica la necesidad de más estudios.

Cuadro 11. Análisis de regresión de la emergencia con respecto a otras variables independientes en *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*.

Variable	Correlación	Cuadrado Medio del Error	Significancia observada P > F	Pendiente Límites del Intervalo de confianza 0.95	
				Inferior	Superior
Germinación	0.8932	155.80	0.1067	0.2	1.18
Tetrazolio	0.5391	546.63	0.5378	-0.5	1.35
Con. Eléctrica	0.5868	505.22	0.4143	-0.36	0.11
Rayos X	0.5777	513.38	0.4234	-1.86	5.64
Corte Examen	0.7712	312.28	0.2296	-0.25	3.45
Días al inicio D1	0.6274	467.28	0.3381	-31.62	8.55
Días al final D100	0.7762	306.35	0.2247	-0.3	4.65
Primer cuartil D25	0.9966	5.3000	0.0024**	35.95	45.45
Segundo cuartil D50	0.6765	417.91	0.3242	-5	23.99
Tercer cuartil D75	0.9510	73.610	0.0461*	3.67	9.83
Días Medios	0.9538	69.490	0.0432*	13.35	34.48
DMMD	0.8508	212.84	0.1499	0.78	10.93
Desviación Típica	0.8629	196.78	0.1376	1.57	16.05
Osci. Intercuartilar	0.8830	169.74	0.1171	2.41	16.55
Maguire	0.6053	488.22	0.3957	-2.55	8.58
Czabator	0.9181	121.11	0.0808	0	0.01
MMD	0.8056	270.47	0.1953	0	0

*Indica que es significativo al 0.05% **Indica que es significativo al 0.01%

6.2.4. Análisis de homocedasticidad de los Índices.

La prueba de tetrazolio y la desviación típica del tiempo de germinación son las únicas variables que sin transformación presentaron varianzas homogéneas (Cuadro 12). En el caso de la prueba de germinación y oscilación intercuartilar al aplicar la transformación de raíz cuadrada las varianzas se homogenizaron, siendo estas mismas las que presentaron el coeficiente más bajo. En la prueba de tetrazolio la homogeneidad de la

varianza coincide con un coeficiente de variación menor al 20%. La significancia observada de F indico que es recomendable hacer una prueba de medias a la variable rayos X.

Cuadro 12. Efecto de transformaciones sobre el coeficiente de variación y homogeneidad de varianzas en variables para estudiar la viabilidad en semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*.

Variable	Coeficiente de Variación	Sig Obs X ² prueba de Bartlett	Sig Obs F de reg con Emergencia	Sig Obs F de Tratamientos
Emergencia	44.8059	0.0189 *		0.0352 *
LOG	27.1429	0.0000 **		0.3019 NS
RAÍZ	30.7587	0.0028 **		0.0867 NS
Arco Seno	36.1284	0.0108 *		0.0537 NS
Germinación	43.0094	0.0125 *	0.1067 NS	0.0000 **
LOG	31.2487	0.0000 **		0.0000 **
RAÍZ	24.2239	0.0522 NS		0.0000 **
Arco Seno	33.5028	0.0362 *		0.0000 **
Tetrazolio	18.0215	0.0582 NS	0.5378 NS	0.0001 **
LOG	12.8984	0.0000 **		0.0199 *
RAÍZ	14.6120	0.0023 **		0.0005 **
Arco Seno	15.8561	0.0569 NS		0.0002 **
Rayos X	10.0736	0.0000 **	0.4234 NS	0.1657 NS
LOG	1.68623	0.0000 **		0.1657 NS
RAÍZ	5.32634	0.0000 **		0.1654 NS
Arco Seno	12.9308	0.0195 *		0.2797 NS
Corte Examen	11.0262	0.0023 **	0.2296 NS	0.0216 *
LOG	1.93350	0.0000 **		0.0307 *
RAÍZ	5.92120	0.0010 **		0.0259 *
Arco Seno	9.95540	0.0391 *		0.0091 **
Con. Elect μ s	34.8174	0.0000 **	0.4143 NS	0.0042 **
LOG	4.53530	0.0000 **		0.0015 **
RAÍZ	15.7705	0.0000 **		0.0025 **
Maguire	31.5274	0.0000 **	0.3957 NS	0.0000 **
LOG	32.8996	0.0000 **		0.0000 **
RAÍZ	21.3833	0.0000 **		0.0000 **
IG Czabator	69.4365	0.0000 **	0.0808 NS	0.0000 **
LOG	31.8250	0.0000 **		0.0000 **
RAÍZ	36.4788	0.5229 **		0.0000 **
MVMD	40.1519	0.0490 *	0.1953 NS	0.0000 **
LOG	33.0103	0.0000 **		0.0000 **
RAÍZ	31.3869	0.0004 **		0.0000 **
Desv. Tip.	43.2064	0.1412 NS	0.1376 NS	0.0000 **
LOG	29.7997	0.0000 **		0.0000 **
RAÍZ	17.0316	0.6048 NS		0.0000 **
Osci. Intercuar	95.0937	0.0000 **	0.5147 NS	0.0032 **
LOG	38.6947	0.0000 **		0.0000 **
RAÍZ	25.1597	0.0776 NS		0.0000 **

En cada columna las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí. Con $\alpha = 0.05\%$.

6.2.5. Agrupación de medias en las variables seleccionadas

En el Cuadro 13 se muestra que el envejecimiento acelerado a los seis días en tuvo una disminución significativa de la emergencia con respecto al testigo, los cuales no presentan diferencia estadística con los otros dos tratamientos. El porcentaje de germinación y la prueba de corte examen muestran una diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos de deterioro, mientras que el tetrazolio señala que son estadísticamente diferentes todos los tratamientos, contraria a la prueba de rayos X que no indica una diferencia significativa entre ellos. En los casos de corte examen y rayos X las aplicaciones matemáticas (logaritmo, raíz cuadrada y arco seno) en la prueba de medias arrojan resultados iguales a los originales, mientras que en los otros tratamientos si se observan cambios significativos como lo es el caso de la prueba tetrazolio, en donde indican que la única diferencia estadística existente es entre las semillas envejecidas durante diez días.

Cuadro 13. Emergencia e índices para calidad de semillas en *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, con relación a sus tratamientos de deterioro.

Tratamientos	Emergencia	LOG	RAÍZ	Arco Seno
Testigo	79.75 a	2.9021 a	8.9854 a	63.2802 a
EA4	48.00 ab	2.6511 a	6.8838 a	43.7677 a
EA6	28.75 b	2.3497 a	5.1868 a	31.1539 a
EA10	35.25 ab	1.9781 a	5.3510 a	32.3022 a
Tratamientos	Germinación	LOG	RAÍZ	Arco Seno
Testigo	19.66 a	2.2867 a	4.5241 a	26.2119 a
EA4	11.33 ab	1.8697 a	3.3510 b	18.3608 b
EA6	9.25 b	1.8950 a	3.1135 b	17.0970 b
EA10	1.50 b	0.5511 b	1.4457 c	4.0614 c
Tratamientos	Tetrazolio	LOG	RAÍZ	Arco Seno
Testigo	87.75 a	2.9432 a	9.4183 a	69.7239 a
EA4	72.5 c	2.8509 a	8.5267 a	59.1972 a
EA6	75.75 b	2.8791 a	8.7566 a	60.6119 a
EA10	22.5 d	2.0807 b	4.4012 b	25.7794 b
Tratamientos	Rayos X	LOG	RAÍZ	Arco Seno
Testigo	99.00 a	2.9960 a	9.9999 a	85.0978 a
EA4	98.25 a	2.9927 a	9.9622 a	82.8113 a
EA6	94.75 a	2.9766 a	9.7831 a	78.6970 a
EA10	84.00 a	2.9172 a	9.1810 a	70.8067 a
Tratamientos	Corte Examen	LOG	RAÍZ	Arco Seno
Testigo	96.75 a	2.9859 a	9.8861 a	80.2036 a
EA4	90.50 ab	2.9567 ab	9.5637 ab	72.4050 ab
EA6	83.75 ab	2.9233 ab	9.2053 ab	66.2621 ab
EA10	71.25 b	2.8438 b	8.4550 b	58.3872 b

En cada columna las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí. Con $\alpha = 0.05\%$

6.3. *Leucaena leucocephala* “Permeable”

6.3.1. Histograma de viabilidad

En el histograma se observa que prácticamente todas las pruebas sobreestiman la viabilidad de las semillas, en lo especial las pruebas visuales y la conductividad eléctrica, las evaluaciones que parecen mostrar un comportamiento similar al de la emergencia en campo son la de germinación y la de tetrazolio (Figura 37).

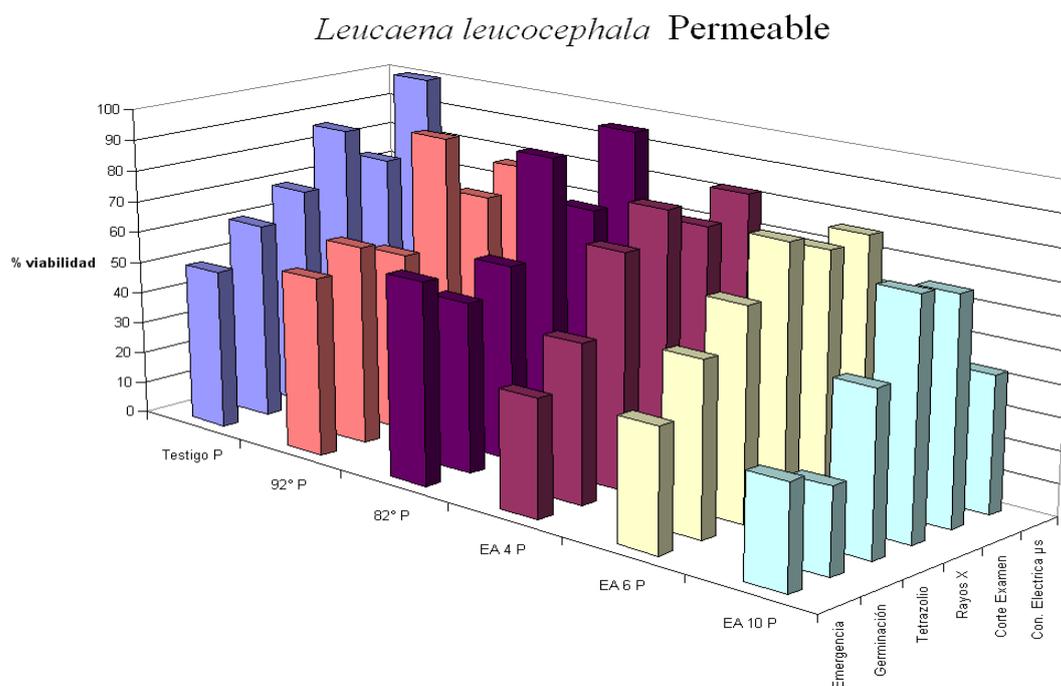


Figura 37. Viabilidad de las semillas de *Leucaena leucocephala* Permeable sometidas a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas por diversos Índices

6.3.2. Curvas de emergencia y germinación

Las semillas a las que se les indujo la permeabilidad y posteriormente se expusieron a los tratamientos de inmersión en agua caliente tuvieron una velocidad, uniformidad y porcentaje de emergencia mayor que el testigo (Figura 38). Las envejecidas presentaron un bajo porcentaje de emergencia. A pesar del daño causado a las semillas expuestas durante diez días fueron las que mostraron la mayor velocidad de emergencia con respecto a todos los demás tratamientos en el día 21 de la evaluación, aunque al final del experimento fueron las que tuvieron el menor porcentaje. Las semillas envejecidas mostraron una baja uniformidad en su germinación ya que su pendiente es muy

inclinada. Contrario a lo que se esperaba las expuestas durante seis días presentaron un mejor desempeño que las semillas envejecidas durante cuatro en cuanto a su uniformidad, tiempo e incluso porcentaje de emergencia.

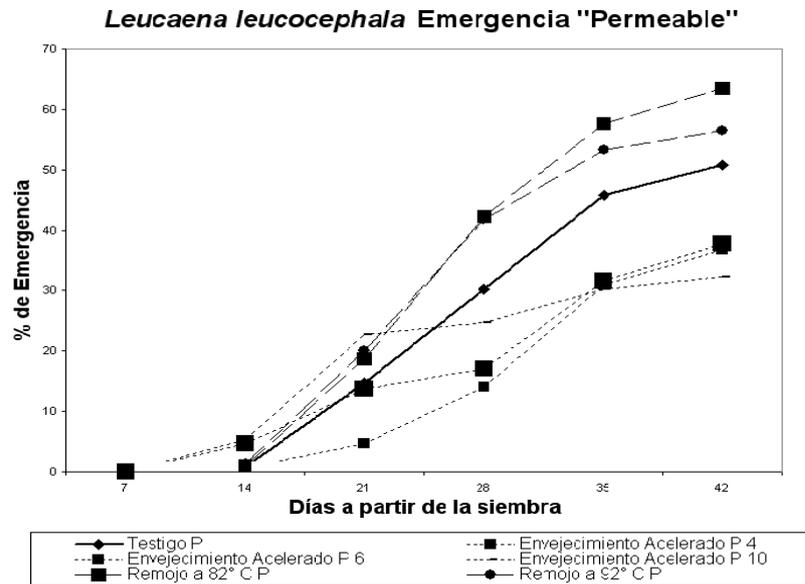


Figura 38. Evolución de la emergencia en semillas de *Leucaena leucocephala* Permeables.

Las curvas de los tratamientos de inmersión en agua caliente son las que presentan la mejor germinación en cuanto a porcentaje final y uniformidad (Figura 39). Las semillas envejecidas durante seis días muestran un buen tiempo de germinación con respecto a los demás tratamientos. La prueba de germinación detecta una diferencia entre el testigo y los tratamientos de envejecimiento, no como se esperaba ya que la curva testigo tiene una altura menor a las semillas envejecidas durante seis y cuatro días, lo que nos llevaría a pensar que envejecimiento pudiera estar haciendo lo que una mala prueba de inducción de la germinación.

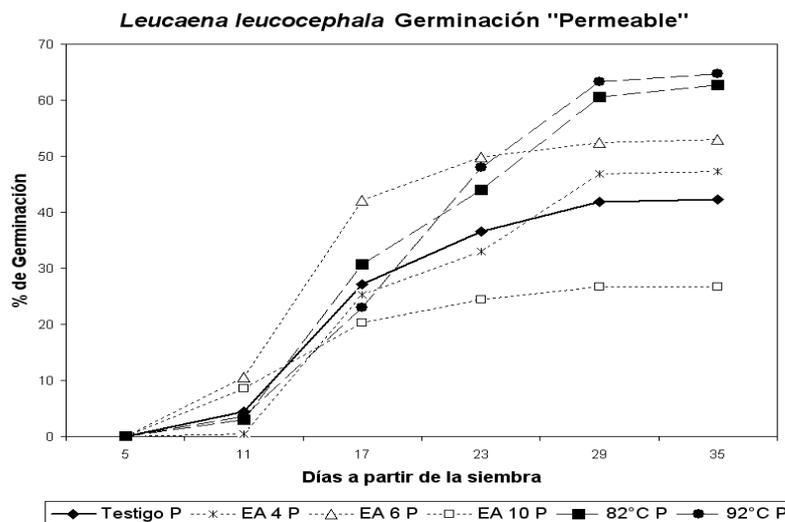


Figura 39. Evolución de la germinación en semillas de *Leucaena leucocephala* Permeables.

6.3.2. Correlación de la emergencia con la viabilidad

De los índices de viabilidad obtenidos en el laboratorio únicamente la prueba de rayos X presento una correlación significativa con la emergencia al 0.01% (Figura 40). Ninguno de los demás Índices que fueron evaluados; la uniformidad, velocidad y valores germinativos presentan una correlación significativa Figura (41, 42 y 43).

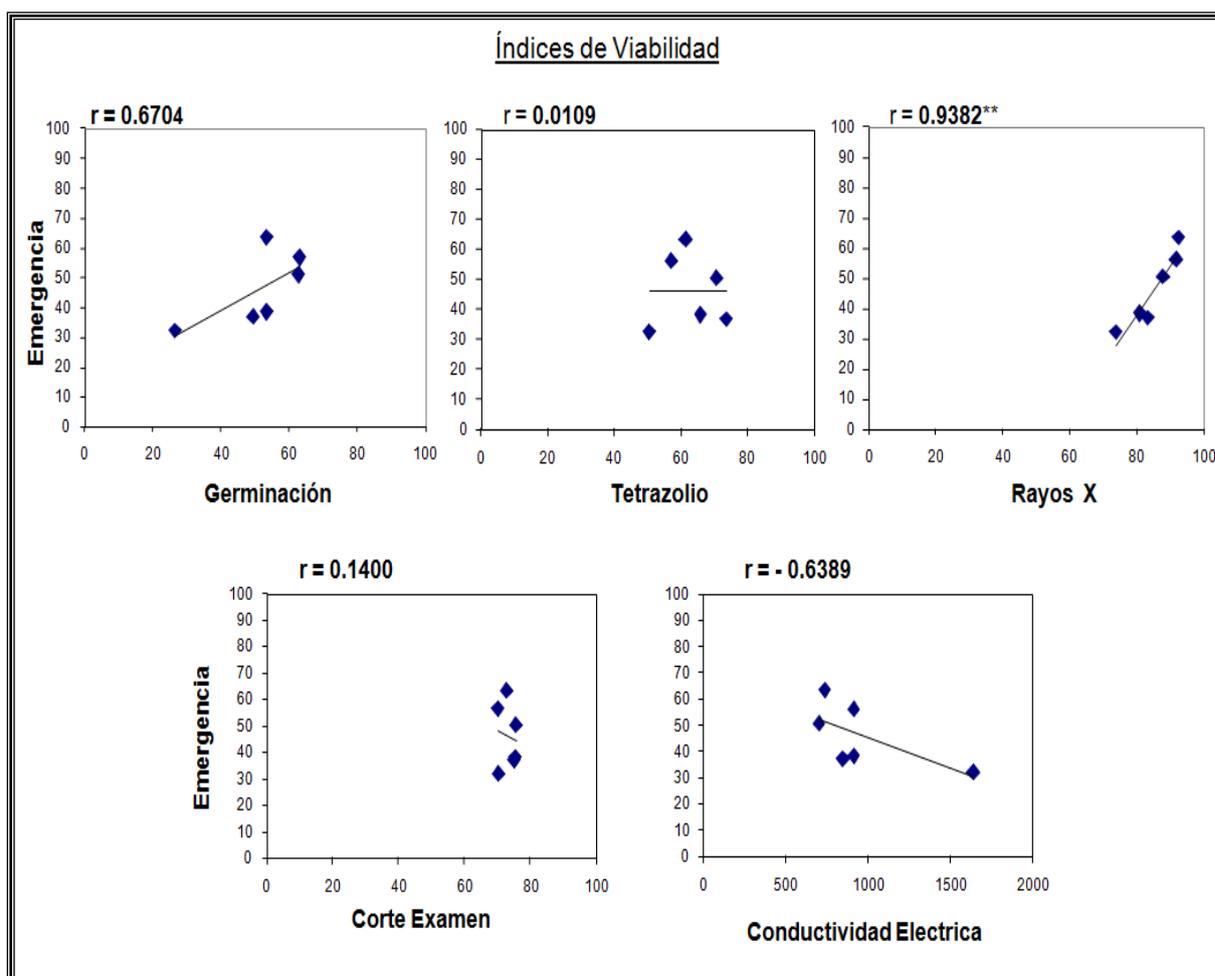


Figura 40. Correlaciones de la emergencia con diferentes índices de viabilidad en semillas de *Leucaena leucocephala* con tratamiento previo (permeable).

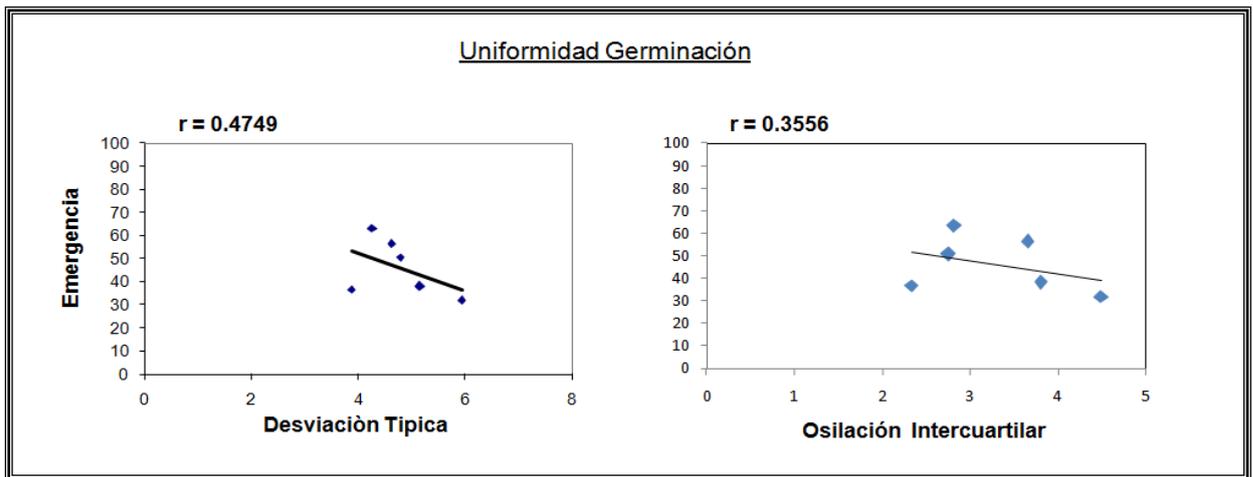


Figura 41. Correlaciones de la emergencia con diferentes índices de uniformidad germinativa en semillas de *Leucaena leucocephala* con tratamiento previo (permeable).

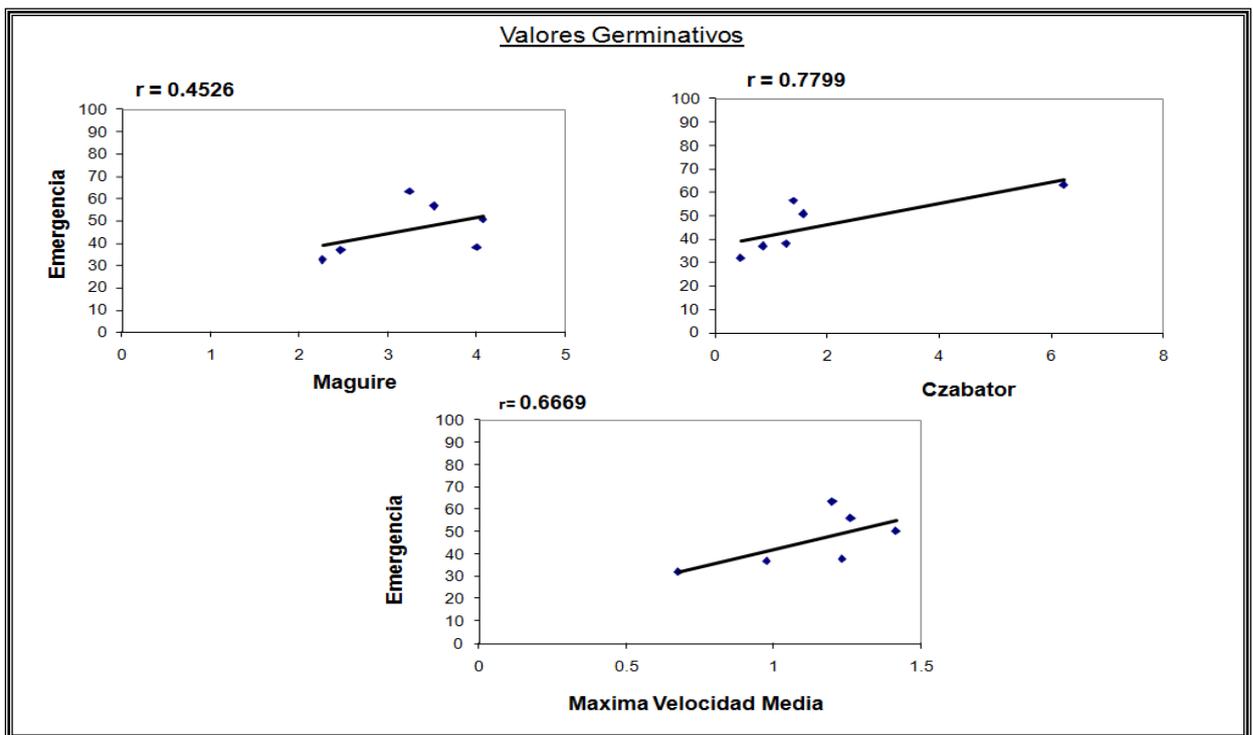


Figura 42. Correlaciones de la emergencia con diferentes índices de valores germinativos en semillas de *Leucaena leucocephala* con tratamiento previo (permeable).

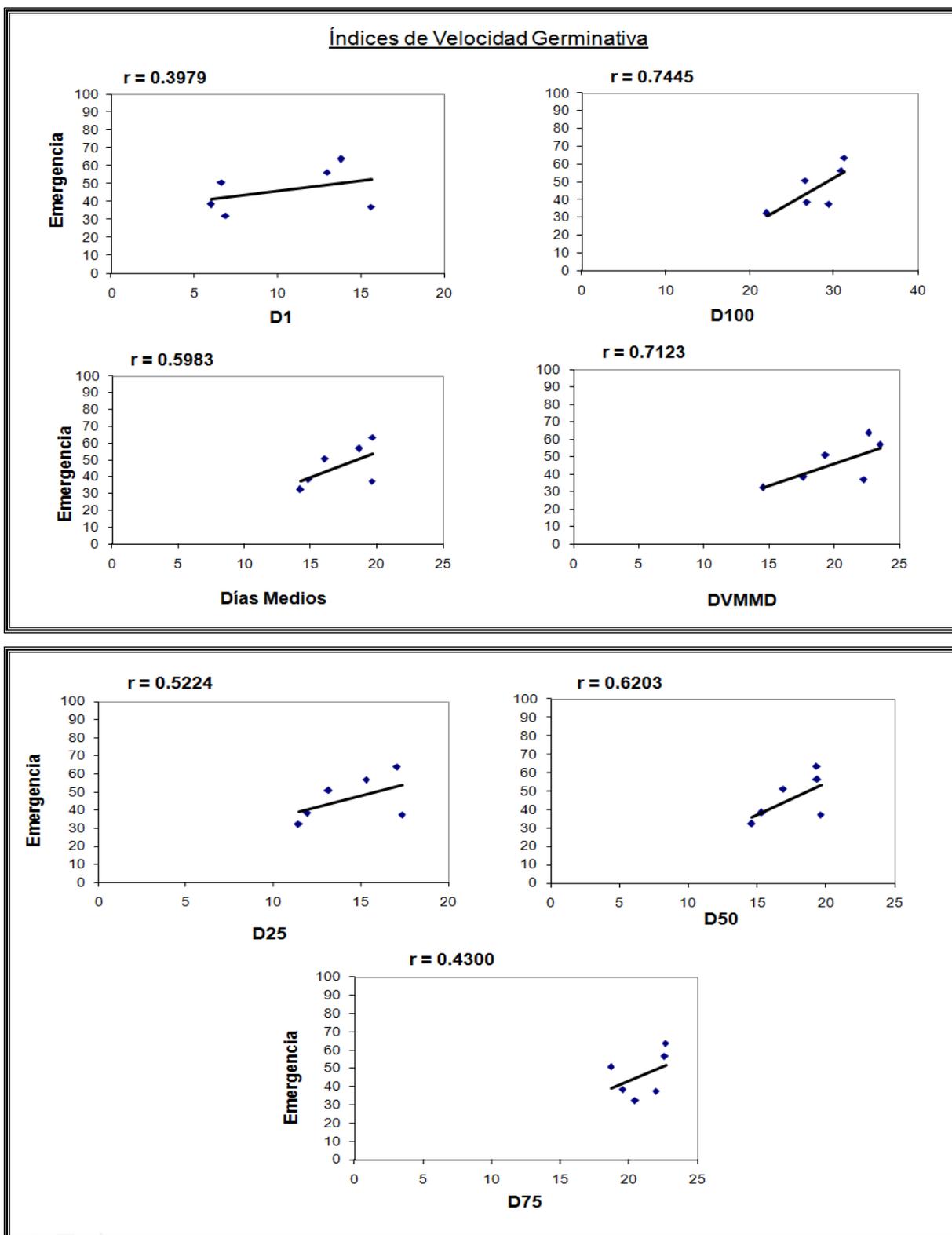


Figura 43. Correlaciones de la emergencia con diferentes índices de velocidad germinativa en semillas de *Leucaena leucocephala* con tratamiento previo (permeable).

La única de todas las variables que presento una correlación significativa con la emergencia fue un Índice Viabilidad obtenido en el laboratorio; la prueba de rayos X, la recta de esta variable no puede ser pasado por el origen ya que tanto el límite superior e interior son positivos por lo que no incluyen el cero (Cuadro14).

Cuadro 14. Análisis de regresión de la emergencia con respecto a otras variables independientes
Leucaena leucocephala Permeable

Variable	Correlación	Cuadrado Medio del Error	Significancia observada P > F	Pendiente Limites del Intervalo de confianza 0.95	
				Inferior	Superior
Germinación	0.6704	105.76	0.1443	-0.06	1.31
Tetrazolio	0.0109	192.06	0.9812	-1.42	1.45
Cond. Eléc	0.6389	113.67	0.1713	-0.05	0
Rayos X	0.9382	23.02	0.007**	1.04	2.23
Corte Examen	0.1400	188.32	0.7853	-5.51	4.14
Días al inicio D1	0.3979	161.67	0.5621	-1.48	3.78
Días al final D100	0.7445	85.61	0.0891	0.29	5.02
Primer Cuartil D25	0.5224	139.66	0.2749	-1.57	6.63
Segundo Curtil D50	0.6203	118.18	0.1734	-0.88	7.76
Tercer Curtil D75	0.4300	156.57	0.6130	-3.42	9.72
Días Medios	0.5983	123.33	0.1945	-1	7.07
DMMD	0.7123	94.63	0.0969	0.06	5.02
Desviación Típica	0.4749	148.76	0.3309	-23.19	6.85
Oscila Inter.	0.3556	167.79	0.5147	-14.6	6.50
Maguire	0.4526	152.73	0.3584	-7.02	21.75
Czabator	0.7799	75.24	0.0542	0.93	8.16
MMD	0.6669	106.66	0.1322	-3.41	66.28

*Indica que es significativo al 0.05% **Indica que es significativo al 0.01*

6.4. *Leucaena leucocephala* “Impermeable”

6.4.1. Histograma de viabilidad

En las Figuras 44 se observa que los métodos visuales rayos X y corte examen así como conductividad eléctrica y tetrazolio tienden a sobre estimar la viabilidad de las semillas mientras que la prueba de germinación muestra un patrón de resultados similares a los obtenidos en la emergencia en campo.

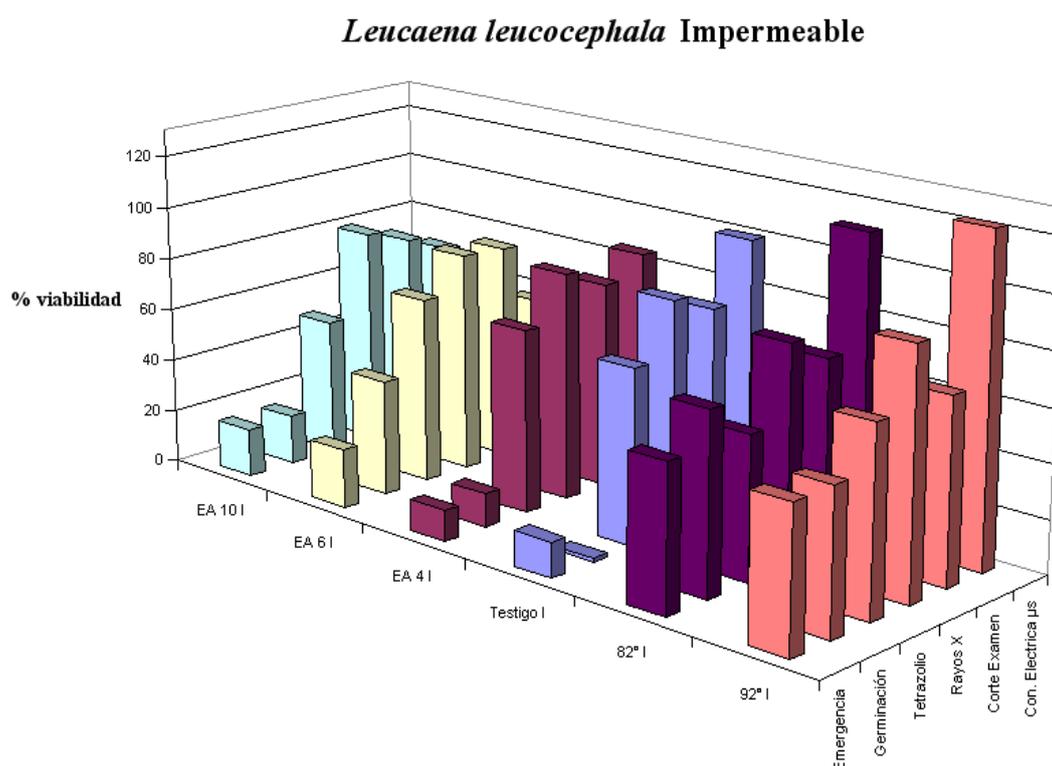


Figura 44. Viabilidad de las semillas de *Leucaena leucocephala* Impermeable sometidas a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas por diversos índices.

Al comparar el comportamiento de las semillas con tratamiento previo y sin este (Figura 45) observamos que la viabilidad de las impermeables no se logra expresar ni en la emergencia ni en la germinación, excepto en las semillas envejecidas durante seis días en las que se observa un cambio importante. El tetrazolio indica que en semillas tanto impermeables como permeables la viabilidad se mantiene similar, con excepción de las sometidas al envejecimiento acelerado durante diez días en donde esta disminuye evidentemente. Los métodos visibles rayos X y corte examen parecen no detectar un cambio muy fuerte en la viabilidad con excepción de las semillas permeables almacenadas por diez días. La conductividad eléctrica presenta una tendencia a disminuir a partir de los seis días de envejecimiento. En las semillas impermeables el envejecimiento acelerado provoca un ligero aumento en la emergencia. En las

permeables hay una tendencia a que disminuya la viabilidad con los tratamientos. La emergencia no manifiesta el potencial de viabilidad que tienen las semillas sin tratamiento. El tetrazolio muestra porcentajes de viabilidad superiores a los de las pruebas basadas en la obtención de plántulas, pero detecta menos que en las pruebas visuales y no indica en ambos tipos de semillas permeables e impermeables una clara tendencia a la disminución de la viabilidad con menos de seis días de envejecimiento acelerado, esta misma tendencia también se observa en la prueba de conductividad eléctrica.

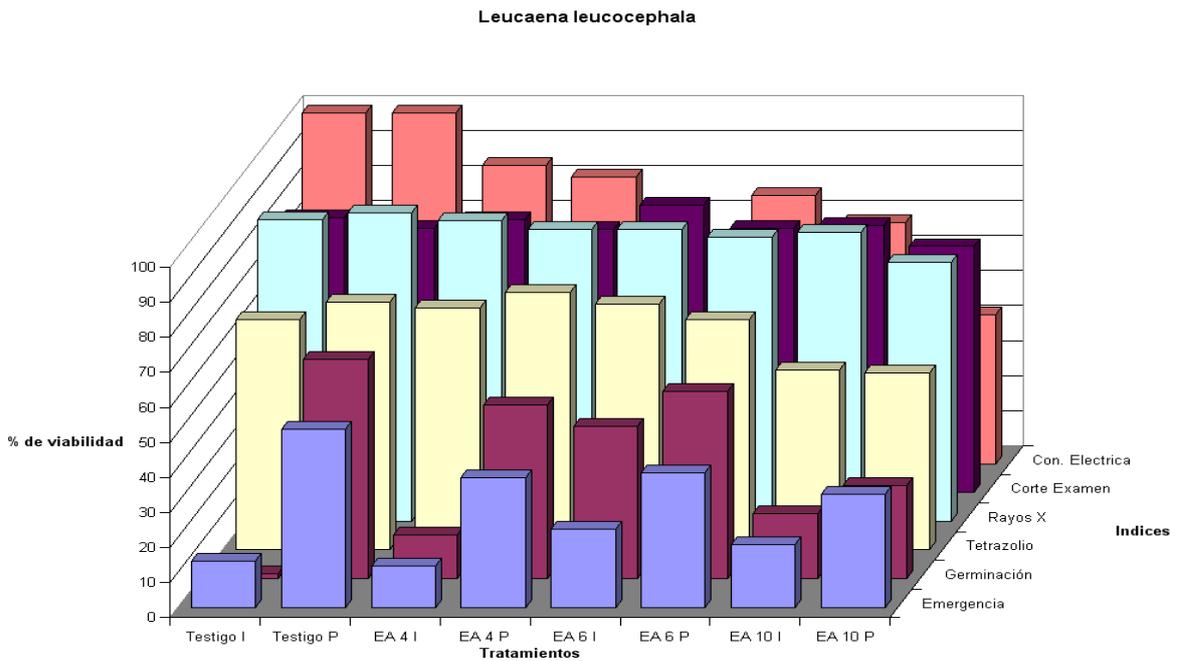


Figura 45. Desempeño de las semillas permeables e impermeables de *Leucaena leucocephala* sometidas a diferentes condiciones de deterioro y evaluadas por diversos índice.

6.4.2. Curvas de emergencia y germinación

Las curvas que presentaron mayor porcentaje de emergencia fueron las que corresponden a los tratamientos de inmersión en agua caliente (Figura 46). Las semillas envejecidas durante seis y diez días mostraron una mejor germinación que el testigo e incluso la altura de la curva de esta es notoriamente más pequeña. Las semillas envejecidas durante cuatro días fueron las que tuvieron el peor desempeño. El envejecimiento acelerado no parece haber tenido un gran efecto de deterioro en las semillas impermeables ya que estas presentaron una mejor germinación que el testigo, de hecho pareciera que las beneficiara.

Leucaena leucocephala Emergencia "Impermeable"

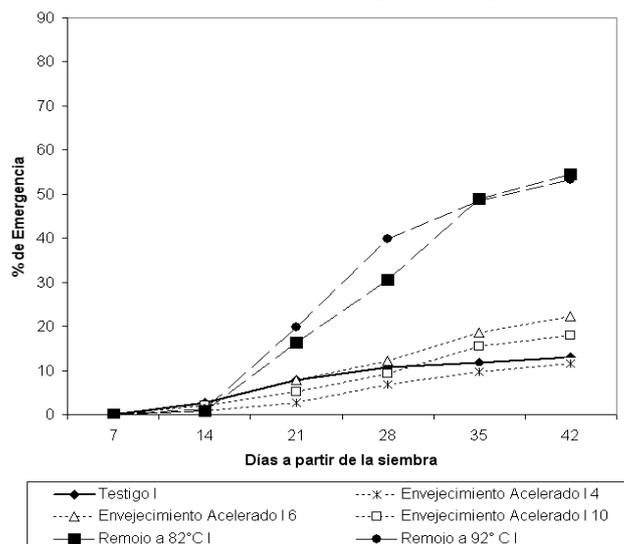


Figura 46. Evolución de la emergencia en semillas de *Leucaena leucocephala* Impermeables.

Las semillas tratadas con agua caliente son las que presentaron la mejor germinación, en lo especial las inmersas a 82° C, los puntos de esta curva fueron los mas cercanos al eje de las "y" por lo que su tiempo de germinación fue el mas corto, la curva tuvo una pendiente poco inclinada lo que indico una buena uniformidad (que el tiempo transcurrido de la primera germinación a la ultima es corto). La curva de las semillas envejecidas durante seis días presento una sinuosidad (etapa de estabilización temporal) debido probablemente a la presencia de una población con distinta germinación. La muestra testigo fue la que presento la peor germinación. La grafica de las semillas envejecidas se encontró por encima de la testigo lo cual mostró que la prueba de germinación si percibió la diferencia entre estos tratamientos, solo que de una manera positiva, como si el envejecimiento fuera un mal tratamiento para inducir la germinación (Figura 47).

Leucaena leucocephala Germinación "Impermeable"

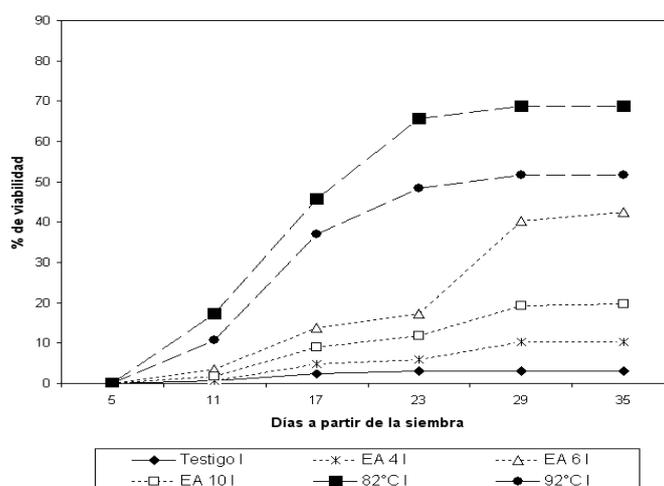


Figura 47. Evolución de la germinación en semillas de *Leucaena leucocephala* Impermeables.

6.4.3. Correlación de la emergencia con la viabilidad

Los índices de viabilidad evaluados en el laboratorio que presentaron una correlación significativa de 0.05% con la emergencia son germinación y corte examen este último presenta una recta con pendiente negativa (Figura 48). Ninguno de los Índices que evalúan la velocidad y la uniformidad germinativa presentaron una correlación significativa con la emergencia (Figuras 49 y 51). En cambio los índices que evalúan los valores germinativos, Maguire, Czabator y máxima velocidad media presentan una correlación significativa con la emergencia del 0.01% (Figura 50).

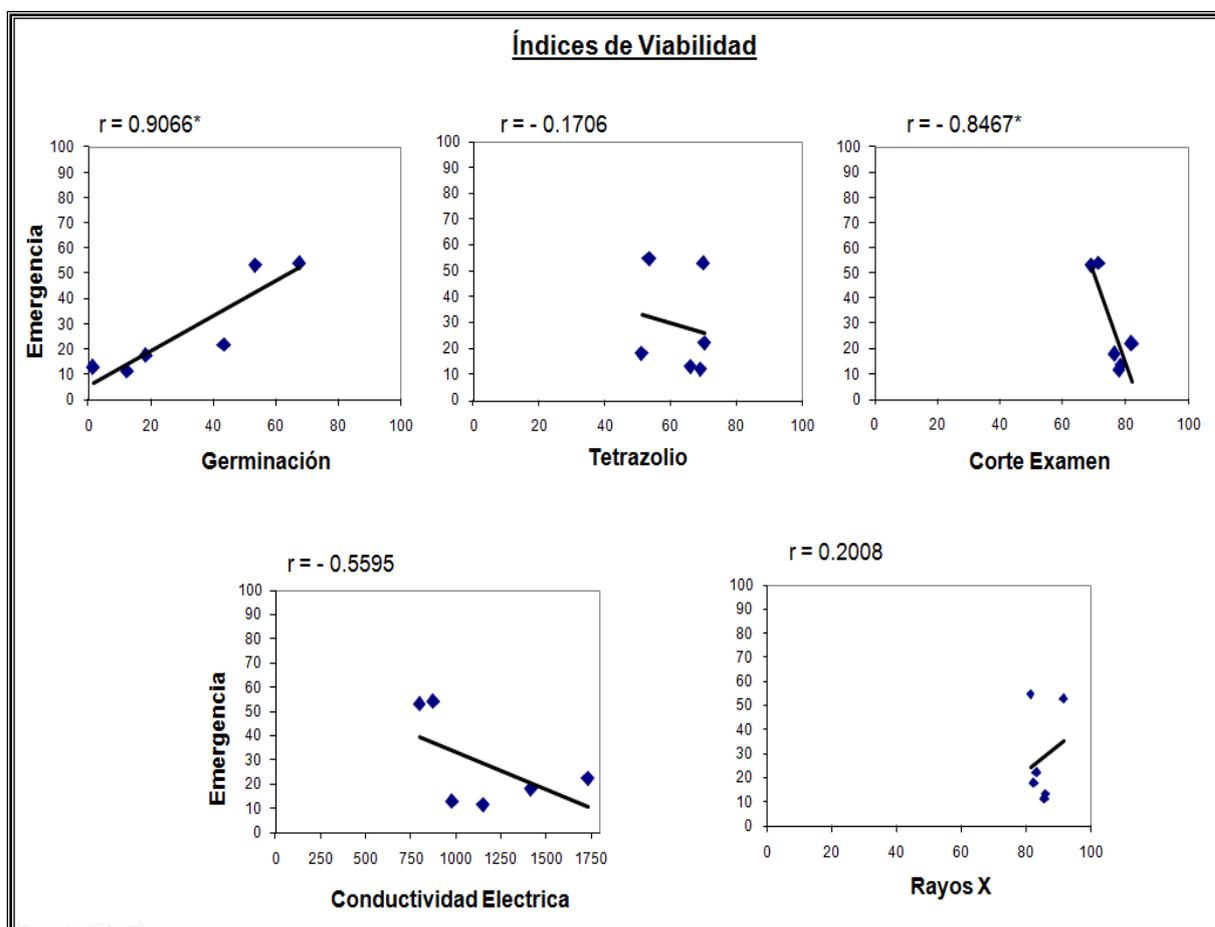


Figura 48. Correlaciones de la emergencia con índices de viabilidad en semillas de *Leucaena leucocephala* sin tratamiento previo (impermeables).

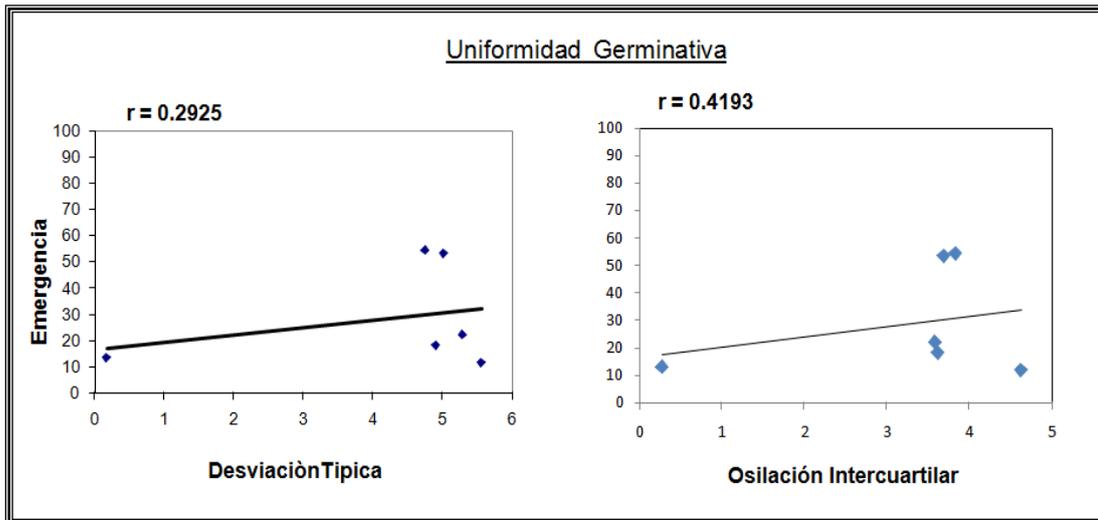


Figura 49. Correlaciones de la emergencia con índices de uniformidad germinativa en semillas de *Leucaena leucocephala* sin tratamiento previo (impermeables).

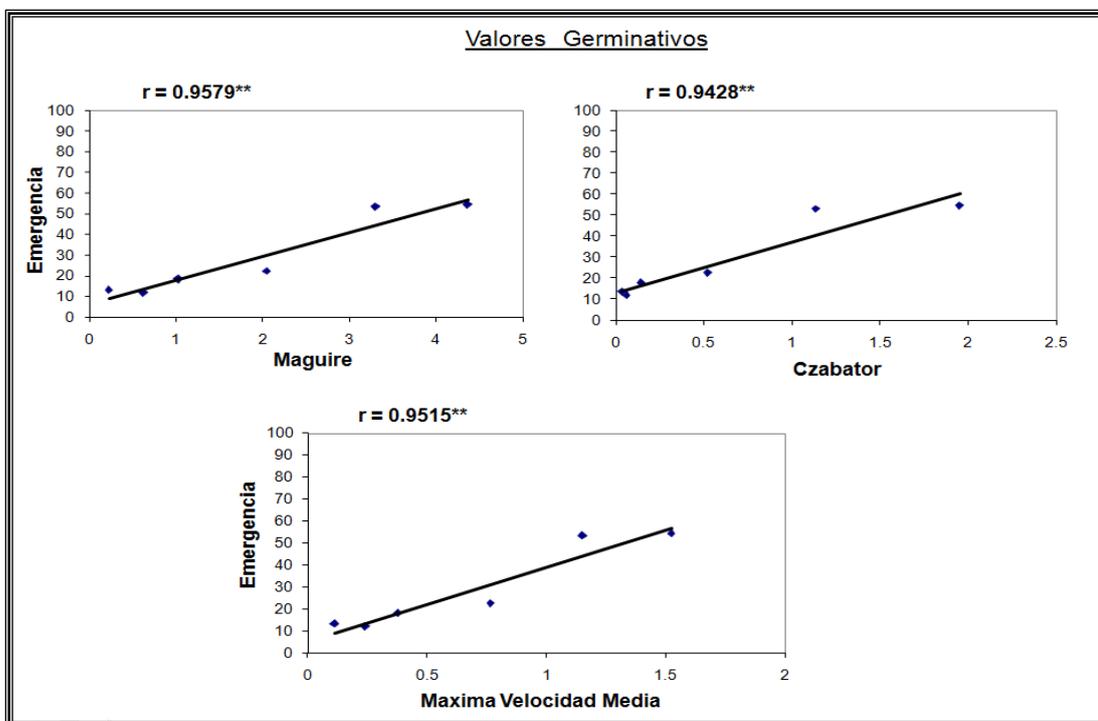


Figura 50. Correlaciones de la emergencia con índices de valores germinativos en semillas de *Leucaena leucocephala* sin tratamiento previo (impermeables).

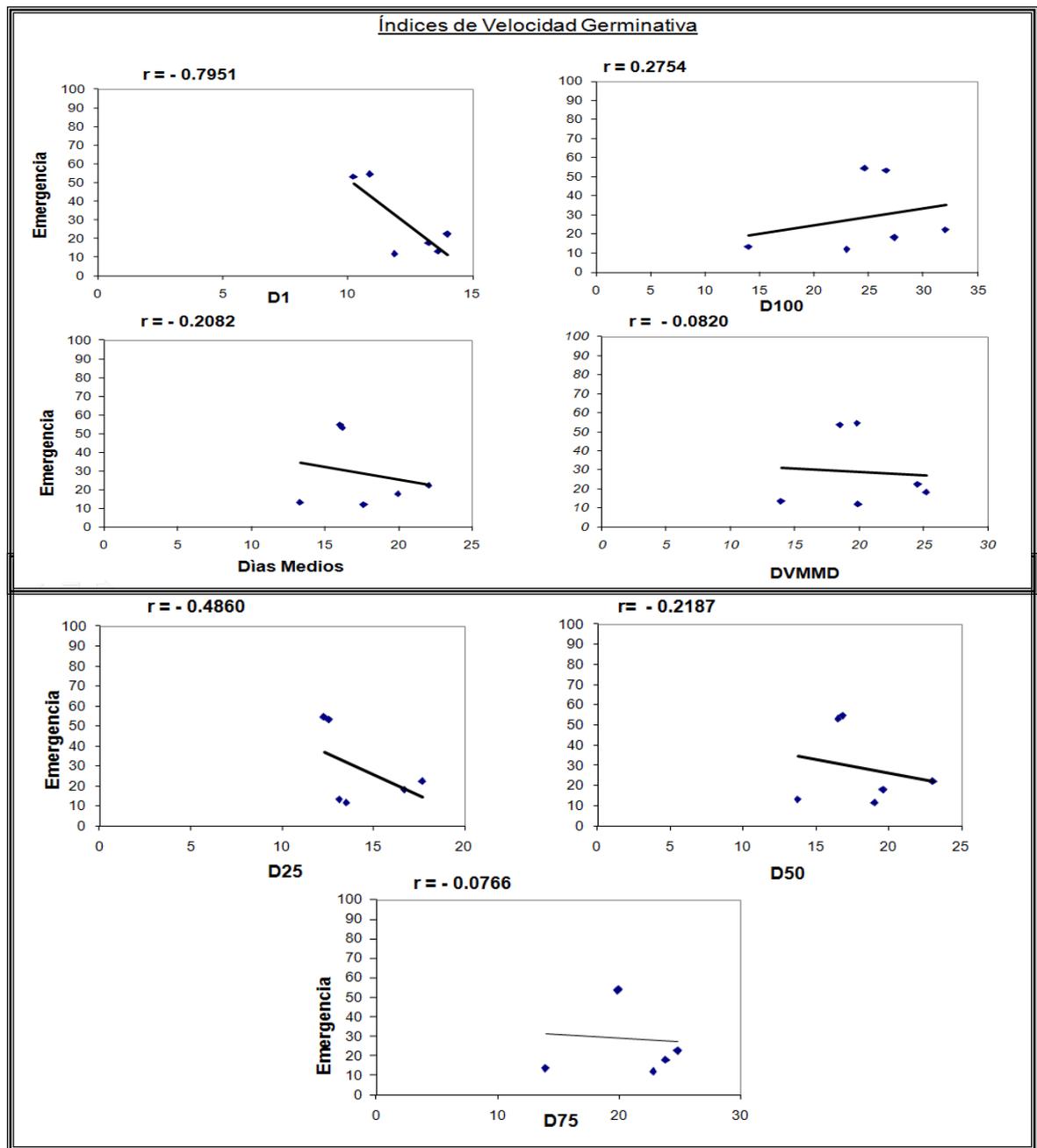


Figura 51. Correlaciones de la emergencia con índices de velocidad germinativa en semillas de *Leucaena leucocephala* sin tratamiento previo (impermeables).

Los Índices de Valor Germinativo; Maguire, Czabator y máxima media diaria presentaron la mayor correlación con la emergencia (Cuadro 15), el menor cuadrado medio y una significancia mayor al 0.01%, pero la recta de estos no puede ser pasada por el origen ya que el límite superior e inferior son superiores a cero, por lo que se deben hacer mas ajustes a la ecuación. La prueba de germinación y corte examen también presentaron una correlacionaron significativa con la emergencia, la recta de la

primera no puede ser pasada por el origen y la recta de la segunda tiene una pendiente negativa.

Cuadro 15. Análisis de regresión de la emergencia con respecto a otras variables independientes *Leucaena leucocephala* Impermeable.

Variable	Correlación	Cuadrado Medio del Error	Significancia observada P > F	Pendiente Límites del Intervalo de confianza 0.95	
				Inferior	Superior
Germinación	0.9066	86.81	0.0138	0.37	1.01
Tetrazolio	0.1706	473.4	0.7429	-2.64	1.85
Con. Eléctrica	0.5595	334.97	0.2480	-0.08	0.01
Rayos X	0.2008	467.93	0.7015	-4.15	6.32
Corte Examen	0.8467	138.05	0.0344*	-5.62	-1.3
Días al inicio D1	0.7951	179.33	0.0586	-17.88	-2.48
Días al final D100	0.2754	450.61	0.6000	-2.22	4.03
Primer Cuartil D25	0.4860	372.42	0.3293	-11.7	3.29
Segundo Cuartil D50	0.2187	464.26	0.6771	-7.36	4.64
Tercer Cuartil D75	0.0766	484.72	0.8759	-5.33	4.56
Días Medios	0.2082	466.44	0.6913	-7.5	4.85
DMMD	0.0820	484.3	0.8710	-5.09	4.31
Desviación Típica	0.2925	445.87	0.5768	-6.37	12.05
Osci. Inter.	0.4193	401.88	0.5894	-9.32	3.4
Maguire	0.9579	40.15	0.0039**	8.17	15.07
Czabator	0.9428	54.18	0.0062**	15.77	32.81
MMD	0.9515	46.17	0.0048**	22.96	44.65

*Indica que es significativo al 0.05% **Indica que es significativo al 0.01*

6.4.4. Análisis de homocedasticidad de los Índices.

En el caso de *Leucaena leucocephala* en ambas condiciones las variables emergencia, tetrazolio, rayos X, corte examen y máxima velocidad media diaria presentaron varianzas homogéneas sin necesidad de transformación (Cuadro 16), en estos casos con excepción MVMD la homogeneidad de las varianzas están relacionadas con un coeficiente de variación menor al 20%. Las variables índice de Maguire y germinación al ser transformados a raíz cuadrada presentaron varianzas homogéneas este ultimo también presento varianzas homogéneas al aplicar arco seno pero su coeficiente de variación es mayor que el del anterior.

Cuadro 16. Efecto de transformaciones sobre el coeficiente de variación y homogeneidad de varianzas en variables para estudiar la viabilidad en semillas de *Leucaena leucocephala*.

Variable	Coeficiente de Variación	Sig Obs X2 prueba de Bartlett	Sig Obs F de reg con Emergencia <i>Permeable</i>	Sig Obs F de reg con Emergencia <i>Impermeable</i>	Sig Obs F de Tratamientos
Emergencia	14.9504	0.9381 NS			0.0000 **
LOG	5.3667	0.00006 **			0.0000 **
RAÍZ	9.2408	0.3881 NS			0.0000 **
Arco Seno	10.6832	0.7123 NS			0.0000 **
Germinación	24.1199	0.0052 **	0.1443 NS	0.0138*	0.0000 **
LOG	11.2856	0.0000 **			0.0000 **
RAÍZ	12.7342	0.2123 NS			0.0000 **
Arco Seno	15.1359	0.2025 NS			0.0000 **
Tetrazolio	12.3932	0.0676 NS	0.9812 NS	0.7429 NS	0.0007 **
LOG	2.4374	0.0011 **			0.0042 **
RAÍZ	6.7877	0.0132 *			0.0015 **
Arco Seno	8.8622	0.0901 NS			0.0007 **
Rayos X	5.5711	0.4938 NS	0.007 **	0.7015 NS	0.0002 **
LOG	0.8356	0.4767 NS			0.0002 **
RAÍZ	2.7681	0.4936 NS			0.0002 **
Arco Seno	6.1317	0.2290 NS			0.0003 **
Corte Examen	5.6968	0.4238 NS	0.7853 NS	0.0344*	0.0032 **
LOG	0.8672	0.3934 NS			0.0036 **
RAÍZ	2.8209	0.4116 NS			0.0034 **
Arco Seno	4.7054	0.4391 NS			0.0029 **
Con. Elec. μ s	26.4390	0.0000 **	0.1713 NS	0.248 NS	0.0000 **
LOG	3.5067	0.0001 **			0.0000 **
RAÍZ	13.1014	0.0001 **			0.0000 **
Maguire	26.6085	0.0030 **	0.3584 NS	0.0039**	0.0000 **
LOG	12.5510	0.0000 **			0.0000 **
RAÍZ	9.7037	0.1289 NS			0.0000 **
IG Czabator	313.9567	0.0000 **	0.0542 NS	0.0062**	0.2182 **
LOG	29.2494	0.0000 **			0.0000 **
RAÍZ	38.2330	0.0000 **			0.0031 **
MVMD	26.1323	0.0860 NS	0.1322 NS	0.0048**	0.0000 **
LOG	14.3362	0.0071 **			0.0000 **
RAÍZ	6.1971	0.3763 NS			0.0000 **

*Indica que es significativo al 0.05% **Indica que es significativo al 0.01*

Ninguno de los índices evaluados tuvo correlación simultáneamente con la emergencia tanto al usar semillas permeables como impermeables, considerando las segundas, dos Índices visuales y un valor germinativo (rayos X, corte examen y MVMD) presentaron simultáneamente varianzas homogéneas sin necesidad de aplicar transformación y correlación con la emergencia (Cuadro 17).

Cuadrado 17. Significancia observada para el experimento factorial en *Leucaena leucocephala*

	Emergencia	E - LOG	E - RAIZ	E - Arco Seno
Estado	0**	0**	0**	0**
Deterioro	0**	0**	0**	0**
Interacción	0**	0.0003**	0**	0.0001**
Acción	Hay que comparar las 12 medias			
	Germinación	G - LOG	G - RAIZ	G - Arco Seno
Estado	0**	0**	0**	0**
Deterioro	0**	0**	0**	0**
Interacción	0**	0**	0**	0**
Acción	Hay que comparar las 12 medias			
	Tetrazolio	T - LOG	T - RAIZ	T - Arco Seno
Estado	0.9829 NS	0.7986 NS	0.8927 NS	0.9859 NS
Deterioro	0.0002**	0.0011**	0.0004**	0.0002**
Interacción	0.1268 NS	0.1598 NS	0.1399 NS	0.1285 NS
Acción	Prueba de media de medias para el efecto del deterioro			
	Rayos X	RX - LOG	RX - RAIZ	RX - Arco Seno
Estado	0.9744 NS	0.8528 NS	0.915 NS	0.765 NS
Deterioro	0.0002**	0.0002**	0.0002**	0.0003**
Interacción	0.0081**	0.0074**	0.0077**	0.0095**
Acción	Hay que comparar las 12 medias			
	Corte Examen	CEX - LOG	CEX - RAIZ	CEX - Arco Seno
Estado	0.0346*	0.037*	0.0357*	0.0332*
Deterioro	0.0014**	0.0015**	0.0014**	0.0013**
Interacción	0.2851 NS	0.3016 NS	0.2928 NS	0.273 NS
Acción	Prueba de medias de medias para ver el efecto del deterioro y el estado			
	Con. Electrica μ s	CEI - LOG	CEI - RAIZ	
Estado	0.0033**	0.0035**	0.0033**	
Deterioro	0**	0**	0**	
Interacción	0**	0.0002**	0**	
Acción	Hay que comparar las 12 medias			
	Maguire	Mg - LOG	Mg - RAIZ	
Estado	0**	0**	0**	
Deterioro	0**	0**	0**	
Interacción	0**	0**	0**	
Acción	Hay que comparar las 12 medias			
	Czabator	Cz - LOG	Cz - RAIZ	
Estado	0.1133 NS	0**	0.0074 **	
Deterioro	0.1036 NS	0**	0.0016**	
Interacción	0.7397 NS	0**	0.8085 NS	
Acción	No hay que hacer nada	Hay que comparar las 12 medias		Prueba de Medias de Medias para ver el efecto del deterioro y el estado

	MVMD	MVMD- LOG	MVMD – RAIZ
Estado	0**	0**	0**
Deterioro	0**	0**	0**
Interacción	0**	0**	0**
Acción	Hay que comparar las 12 medias		

*Indica que es significativo al 0.05% **Indica que es significativo al 0.01*

6.4.5. Agrupación de medias en las variables seleccionadas

Leucaena leucocephala presento la menor emergencia en el envejecimiento acelerado con cuatro días en semillas impermeables (Cuadro 18), en esta condición no hubo diferencias estadísticamente importantes con los resultados obtenidos por los otros periodos de envejecimiento y el testigo. Todos estos casos tuvieron valores evidentemente inferiores a los correspondientes que se obtuvieron con semillas permeables. En estas últimas el envejecimiento acelerado tuvo un efecto negativo solo con 10 días de tratamiento. Los mayores porcentajes de emergencia fueron valores cercanos al 55% y se obtuvieron con la inmersión de las semillas en agua caliente, tanto a 82° como a 92° independientemente del estado de las semillas. En el caso de las semillas impermeables este tratamiento promovió la emergencia a diferencia de las permeables en donde no hubo un efecto adicional.

El análisis de imagen mediante rayos X no detecta diferencias estadísticamente importantes entre tratamientos en semillas impermeables, en el caso de las semillas permeables solo el envejecimiento durante 10 días presenta una disminución significativa con respecto al testigo. En estas semillas fue muy evidente la presencia de hongos visibles a ojo y con rayos X.

En cuanto a la máxima velocidad media diaria, el testigo en semillas impermeables presento la menor media, esta no difiere significativamente de la obtenida con el envejecimiento acelerado, a excepción de las que se sometieron a este tratamiento durante seis días en las que se registro un efecto positivo sobre la germinación con respecto al testigo, aunque no difirió del resto de estos tratamientos.

Con mayor calidad germinativa se refleja un efecto similar sobre las permeables con excepción de las envejecidas durante 10 días, en donde hubo una reducción estadísticamente importante de la calidad germinativa. Los mayores valores de máxima velocidad media diaria se obtuvieron con las inmersiones en agua caliente, tanto a 82° como a 92° independientemente del estado de las semillas. Hubo una diferencia significativa de estas con el testigo en la condición impermeable, mientras que las permeables son estadísticamente similares.

Cuadro 18. Emergencia e índices para calidad de semillas en *Leucaena leucocephala*, con relación a su estado y tratamiento de deterioro.

Estado y Tratamiento pre germinativo	Variable		
	Emergencia	Rayos X	Máxima Velocidad Media Diaria
IMPERMEABLES			
Testigo	13.25 e	86.00 a	0.11 e
Envejecimiento acelerado por cuatro días.	11.75 e	85.75 a	0.24 de
Idem seis días	22.25 de	83.25 ab	0.76 bcd
Idem 10 días	18.00 e	82.5 ab	0.37 de
Agua a 82°C por 6 min	54.50 a	81.25 ab	1.52 a
Idem a 92°C	53.25 a	91.50 a	1.15 abc
PERMEABLES			
Testigo	50.75 ab	88.00 a	1.41 a
Envejecimiento acelerado por cuatro días.	37.00 bc	83.25 ab	0.97 abc
Idem seis días	38.25 bc	81.00 ab	1.23 abc
Idem 10 días	32.25 cd	73.75 b	0.67 cde
Agua a 82°C por 6 min	63.50 a	92.25 a	1.20 abc
Idem a 92°C	56.50 a	91.75 a	1.26 ab

En cada columna las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí. Con $\alpha = 0.05\%$

Para la evaluación de la viabilidad mediante corte y examen, a diferencia de los demás, la interacción no fue significativa aunque si los factores, por lo tanto las comparaciones se hicieron para las medias de los niveles de éstos. Cuadro (19), para el estado de las semillas se registro mayor numero de semillas con apariencia de ser viables en cuando estas se encontraban impermeables, la diferencia con las permeables fue pequeña pero significativa, con valores cercanos al 75%. Con respecto al deterioro no hubo una diferencia significativa entre el testigo y la mayoría de los tratamientos, los cuales generalmente no difirieron entre sí, la única excepción fue la inmersión en agua a 92° en que os resultados indican un efecto negativo sobre la viabilidad aparente.

Cuadro 19. Estimación de la viabilidad de semillas de *Leucaena leucocephala* mediante corte y examen en relación con la permeabilidad de estas y el tratamiento pregerminativo.

Tratamientos	PERMEABLES	IMPERMEABLES	Media
Testigo	75.50	78.50	77.00 ab
Envejecimiento acelerado por cuatro días.	75.00	77.75	76.37 ab
Idem seis días	75.25	82.00	78.62 a
Idem 10 días	70.25	76.25	73.25 abc
Agua a 82°C por 6 min	72.75	71.25	72.00 bc
Idem a 92°C	70.00	69.00	69.50 c
Media	73.12 b	75.79 a	

En la última columna y la última fila, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí. Con $\alpha = 0.05\%$

7. DISCUSIÓN

En las curvas de germinación y emergencia de las tres especies se observó que esta última es mayor a la primera contrario a lo esperado, ya que la germinación por estar en condiciones óptimas y controladas debería producir una mayor cantidad de plántulas, además este índice de porcentaje de germinación es el más utilizado para hacer el cálculo de necesidad de semilla y en este caso se observa que este índice estimaría mal la emergencia. Con respecto a *Leucaena leucocephala* se observó que las semillas inmersas en agua son las que presentaron el mayor porcentaje de emergencia y germinación, con lo que se corrobora lo dicho por Jiménez (2000) respecto a las semillas del género *Leucaena*; tienen una testa dura e impermeable, porque lo presentan bajos porcentajes de germinación, los cuales se atribuyen también a la presencia de una cubierta gruesa y dura que inhibe el crecimiento del embrión, pero sin embargo algunas de las semillas sin tratamiento lograron germinar, variando de 2 a 12%.

Los índices de velocidad germinativa podrían ser un buen estimador de la emergencia como lo reportan Contreras y Barros (2005) que trabajaron con semillas de lechuga y encontraron una correlación de $r = 0.88^{**}$ con la emergencia, en el presente trabajo *Pinus aycahuite* var. *veitchii* mostró que los índices de velocidad son los que presenta la mejor correlación con la emergencia en campo, en este caso los días al primer cuartil con una $r = 0.9966$ son los que tuvieron la mayor correlación, pero de igual modo muestran ser unos buenos estimadores los días al tercer cuartil y los días medios. Sin embargo estas variables no pueden ser tomadas en cuenta ya que cuando no hay germinación no pueden ser estimadas con exactitud ya que el tiempo de germinación quedaría como indeterminado ∞ .

No se esperaba que los índices de tiempo de la germinación tuvieran más relación con la emergencia que el mismo porcentaje de germinación como sucedió con *Pinus aycahuite* var. *veitchii*, este suceso lo reportan de igual modo Contreras y Barros (2005), este fenómeno nos puede llevar a la idea que en las pruebas de germinación se tienen que tomar en cuenta más conteos. Resulta desconcertante que a menos velocidad se obtuvo más emergencia, esto puede estar relacionado con que hay una contribución importante a la emergencia de las semillas más lentas. En esta especie se observó que la relación de los días a inicio con la emergencia fue negativa que es el comportamiento que sugiere la mayoría de los autores, Camacho (1994d), González y Orozco (1996) y Morales y Camacho (1985) los días a inicio tuvieron una mayor emergencia, sin embargo esta variable no tuvo correlación.

Es interesante señalar que la mediana del tiempo de germinación no tenga correlación con la emergencia mientras que la media sí, siendo que ambas son medidas de tendencia central. También sorprende que el índice de Maguire no haya mostrado una buena

correlación siendo que su estructura de cálculo es cercana a la de los días medios, de hecho es la operación inversa (Gonzalez y Orozco, 1996).

Un aspecto novedoso del presente trabajos es que incluye índices visuales como lo es tanto el corte y examen cómo los rayos X, en el caso de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* ninguno de estos índices presentan una correlación significativa con la emergencia.

Como en el caso de *Pinus ayacahuite* *veitchii*, la variedad *típica* no presenta una correlación significativa entre la germinación y la emergencia, pero casi todos los índices de velocidad germinativa con excepción de los días medios de germinación si presentaron correlación, cabe hacer la aclaración que es ilógico querer hacer pasar la ecuación de estos índices por el origen ya que como es de esperarse tienen que tardar algún tiempo las semillas para poder germinar. En esta misma especie es sorprendente que el índice de Czabator no tuvo una correlación significativa mientras que la máxima velocidad media diaria sí la tuvo, la cual se incluye en el calculo del primero (Czabator, 1962; Morales y Camacho, 1985).

En el caso de *Pinus ayacahuite* var. *típica* la prueba de tetrazolio y máxima velocidad media diaria tienen varianzas homogéneas y correlación significativa con la emergencia, en este caso es mejor el uso de la prueba de tetrazolio ya que sus resultados son porcentuales, aunque la máxima velocidad media diaria tiene la ventaja de describir el comportamiento germinativo que consiste en ponderar la velocidad y el tiempo de germinación. Beaur *et al* (2003) correlacionaron la emergencia de semillas de soja deterioradas en campo por humedad con diferentes índices y encontraron que el tetrazolio tiene una $r = 0.64$ este trabajo es similar al presente en cuanto a que la variación se indujo por deterioro.

Vieira *et al.* (1999) encontraron un correlación de $r = 0.77$ entre la conductividad eléctrica y la emergencia en campo en semillas de soja, en este caso *P. ayacahuite típica* presento una correlación entre estas mismas variables de $r = 0.986$, la Conductividad Eléctrica no es un índice que se exprese en porcentaje por lo que el ajuste a la ecuación es obligado, en este caso es una de las variables que presento mayor significancia.

En él caso de *Leucaena leucocephala* Imermeable a diferencia de los pinos, la germinación fue un buen índice y el corte examen manifestó cierta relación aunque en forma extraordinaria es negativa lo cual es muy sospechoso, por una parte es difícil hacer el examen y por otra el intervalo de valores obtenidos es estrecho, por lo que se requieren más trabajos antes de justificar su empleo como medio de certificación de semillas cuando menos en el caso de esta leguminosa. Contreras y Barros (2005) determinaron que en semillas de lechuga la emergencia y el análisis de imagen tienen una correlación de $r = 0.89^{**}$.

A diferencia de los pinos las variables que solo midieron tiempo de germinación no dieron buen resultado y aunque los valores germinativos si los dieron no dan una ventaja adicional a la prueba de germinación. En cuanto a los índices de valor germinativo estos son los que presentan mayor correlación con la emergencia pero su recta no puede ser pasada por el origen por lo que se tendrían que hacer importantes modificaciones a la fórmula para calcular índices de semillas.

En el caso de las semillas de *Leucaena leucocephala* que se hicieron permeables es sorprendente que la prueba de rayos X siendo solamente visual haya sido la única que tuvo correlación significativa con la emergencia y aun más raro que esto no se asocie con el corte y examen; lo cual puede deberse a que la estimación de la viabilidad con base en el color provoca una evaluación menos objetiva.

Los índices de viabilidad que se evaluaron en el laboratorio arrojan resultados porcentuales que en muchas ocasiones son utilizados directamente para la estimación de la emergencia sin llevar a cabo un cálculo adecuado para la extrapolación de estos resultados para campo. Los resultados que arroja la prueba de conductividad eléctrica están dados en microsims revelando la necesidad de transformar el dato de laboratorio en emergencia.

Las pruebas visuales y las basadas en la obtención de plántulas no indicaron una clara tendencia a la disminución de la viabilidad por efecto del envejecimiento acelerado entre semillas permeables e impermeables.

La prueba de corte examen es una de las más utilizadas para determinar la viabilidad de las semillas en los viveros forestales la cual no se aborda en la literatura, pero en este caso se mostró no tener una buena relación con la emergencia, por lo que es recomendable hacer mas trabajos sobre esta técnica para que pueda ser usada como método de certificación de semillas.

Por último es importante tener en cuenta que cuando se trabaja con datos provenientes de germinación estos tienen su origen en una variable binomial en la que es característico que la media este ligada a la varianza, lo que frecuentemente produce violación de los supuestos del análisis de varianza: homocedasticidad e independencia de medias y varianzas (Little y Jackson, 1985 y Zarate e Infante, 1984).

Se dice que las transformaciones se deben aplicar obligatoriamente sin embargo en este trabajo se encontró que no es así ya que depende de cada experimento por lo que es bueno revisar los supuestos (Zarate e Infante, 1984).

8. CONCLUSIONES

- En el caso de *Pinus ayacahuite* var. típica la prueba de tetrazolio es el índice que presento una mayor correlación con su desempeño en campo, mientras que en *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* fueron los índices de velocidad germinativa aunque en este caso habrá que hacer mas ajustes a la formula de necesidad de semilla, para *Leucaena leucocephala* las pruebas de germinación, rayos X e índices de valores germinativos fueron los que describieron mejor el desempeño de las semillas en el campo.

- En el caso de las pruebas rápidas de viabilidad las únicas que presentaron correlaciones significativas fueron tetrazolio y rayos X por lo que habrá que hacer mas estudios para que puedan ser utilizadas con confianza en la determinación de la necesidad de semillas.

- La prueba de corte y examen presento correlación con la emergencia solamente en el caso de *Leucaena leucocephala* en condición Impermeable por lo que se requieren hacer mas estudios en cuanto a esta prueba que sin disponer de información publicada se emplea ampliamente.

- En el caso de *Leucaena leucocephala* impermeable los tres índices de valores germinativos presentaron una correlación significativa con la emergencia, en *Pinus ayacahuite* var. típica prácticamente todos los índices germinativos presentan una buena correlación y en *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* todos los que evalúan la velocidad germinativa.

9. ANEXOS

9.1. *Pinus ayacahuite* var. *típica*

Germinación vs Emergencia Índices de Viabilidad (Capacidad Germinativa)

Parámetros	Valores	desv. tip.	Lim inf conf. 95%	Lim sup conf 95%	
ORD.ORIGEN	20.1585884	13.26	-6.14	46.46	
PENDIENTE	1.35465688	0.55	0.27	2.44	
PEN.ORIGEN	1.85804227	0.49	0.89	2.83	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	4103.37	4103.37	6.1506	0.0680
ERROR	4	2668.59	667.15		
TOTAL	5	6771.96			
coef.de deter.	0.6059	coef. de correlacion	0.7784		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	12200.72	12199.72	14.4846	0.0130
ERROR	5	4211.28	842.26		
TOTAL	5	16412.00			
coef. de deter.	0.7434	coef. de correlación	0.8622		

Tetrazolio vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv. tip.	Lim inf conf. 95%	Lim sup confi. 95%	
ORD.ORIGEN	-11.699745	17.15	-45.73	22.33	
PENDIENTE	1.0940087	0.32	0.47	1.72	
PEN.ORIGEN	0.90613139	0.15	0.62	1.20	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	5078.21	5078.21	11.9928	0.0265
ERROR	4	1693.75	423.44		
TOTAL	5	6771.96			
coef.de determinación	0.7499	coef. de correlación	0.8660		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	14521.21	14520.21	38.3972	0.0023
ERROR	5	1890.79	378.16		
TOTAL	5	16412.00			
coef. de deter.	0.8848	coef. de correlación	0.9406		

Conductividad Eléctrica vs. Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	125,302794	7,48	110,47	140,14	
PENDIENTE	-0,2887368	0,02	-0,34	-0,24	
PEN.ORIGEN	0,07999604	0,06	-0,05	0,21	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	6595,51	6595,51	149,5211	0.0010
ERROR	4	176,44	44,11		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de deter.	0,9739	coef. de correlacion	0,9869		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	3851,00	3850,00	1,5325	0.0023
ERROR	5	12561,00	2512,20		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de deter.	0,2346	coef. de correlación	0,4844		

Rayos X vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	127,490126	232,94	-334,67	589,65	
PENDIENTE	-0,9428148	2,51	-5,92	4,03	
PEN.ORIGEN	0,42545302	0,16	0,10	0,75	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	231,38	231,38	0,1415	0.7232
ERROR	4	6540,58	1635,14		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de determinación	0,0342	coef. de correlación	0,1848		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9381,64	9380,64	6,6715	0.0638
ERROR	5	7030,36	1406,07		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de determinación	0,5716	coef. de correlación	0,7561		

Corte Examen vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	122,812754	147,61	-170,05	415,68	
PENDIENTE	-0,9504577	1,69	-4,29	2,39	
PEN.ORIGEN	0,44358155	0,18	0,09	0,80	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	498,59	498,59	0,3179	0.6055
ERROR	4	6273,36	1568,34		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de deter.	0,0736	coef. de correlacion	0,2713		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9053,03	9052,03	6,1503	0.0550
ERROR	5	7358,97	1471,79		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de deter.	0,5516	coef. de correlacion	0,7427		

D1 vs Emergencia

Índices de Velocidad Germinativa

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	-2,7934272	6,07	-14,84	9,25	
PENDIENTE	4,76408451	0,54	3,70	5,83	
PEN.ORIGEN	4,56818182	0,30	3,98	5,16	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	6445,81	6445,81	79,0528	0.0019
ERROR	4	326,15	81,54		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de deter.	0,9518	coef. de correl	0,9756		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	16068,58	16067,58	233,9345	0.0002
ERROR	5	343,42	68,68		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de determinacion	0,9791	coef. de correlacion	0,9895		

D100 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	2,08309407	5,36	-8,56	12,73	
PENDIENTE	2,56181388	0,27	2,02	3,10	
PEN.ORIGEN	2,64217599	0,16	2,32	2,97	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	6476,48	6476,48	87,6742	0.0017
ERROR	4	295,48	73,87		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de deter.	0,9564	coef. de correlación	0,9779		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	16105,38	16104,38	262,6146	0.0002
ERROR	5	306,62	61,32		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de deter.	0,9813	coef. de correlación	0,9906		

D25 vs Emergencia

Parámetro	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	1,85958424	12,61	-23,16	26,88	
PENDIENTE	3,83191082	1,00	1,85	5,81	
PEN.ORIGEN	3,94784958	0,55	2,86	5,04	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	5329,39	5329,39	14,7775	0.0194
ERROR	4	1442,57	360,64		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de deter.	0,7870	coef. de correlación	0,8871		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	14961,58	14960,58	51,5734	0.0014
ERROR	5	1450,42	290,08		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de determinación	0,9116	coef. de correlación	0,9548		

D50 vs Emergencia

parámetro	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
D.ORIGEN	-1,1686043	13,11	-27,18	24,85	
NDIENTE	3,47542634	0,89	1,70	5,25	
I.ORIGEN	3,4108343	0,47	2,48	4,34	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	5352,62	5352,62	15,0849	0.0188
ERROR	4	1419,33	354,83		
TOTAL	5	6771,96			
coef. de deter.	0,7904	coef. de correlación	0,8891		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	14989,85	14988,85	52,6978	0.0014
ERROR	5	1422,15	284,43		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de terminación	0,9133	coef. de correlación	0,9557		

D75 vs Emergencia

parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
D.ORIGEN	-1,3511747	11,54	-24,24	21,54	
NDIENTE	2,95301168	0,66	1,64	4,26	
N.ORIGEN	2,89079074	0,35	2,19	3,59	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	5641,48	5641,48	19,9615	0.0123
ERROR	4	1130,47	282,62		
TOTAL	5	6771,96			
coef. de terminación	0,8331	coef. de correlación	0,9127		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	15277,65	15276,65	67,3366	0.0010
ERROR	5	1134,35	226,87		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de terminación	0,9309	coef. de correlación	0,9648		

Días Medios vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
RD.ORIGEN	-26,249718	59,60	-144,49	91,99	
ENDIENTE	5,299908	3,60	-1,83	12,43	
EN.ORIGEN	3,742282	0,56	2,64	4,85	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
EGRESION	1	1016,25	1016,25	2,1722	0.2139
ERROR	2	935,69	467,85		
TOTAL	3	1951,94			
coef.de eterminación	0,5206	coef. de correlación	0,7216		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
EGRESION	1	15385,54	15384,54	44,9639	0.0018
ERROR	3	1026,46	342,15		
TOTAL	3	16412,00			
coef. de eterminación	0,9375	coef. de correlación	0,9682		

DMMD vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
RD.ORIGEN	0,78767632	3,40	-5,96	7,54	
ENDIENTE	3,14365256	0,21	2,73	3,56	
EN.ORIGEN	3,18032278	0,12	2,94	3,42	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
EGRESION	1	6655,90	6655,90	229,3952	0.0007
ERROR	4	116,06	29,01		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de eterminación	0,9829	coef. de correlación	0,9914		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
EGRESION	1	16294,38	16293,38	692,6503	0.0001
ERROR	5	117,62	23,52		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de eterminación	0,9928	coef. de correlación	0.9964		

Desviación Típica vs Emergencia**Uniformidad Germinativa**

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
D.ORIGEN	13,346372	10,92	-8,31	35,01	
PENDIENTE	11,924407	3,27	5,43	18,42	
N.ORIGEN	14,6138418	2,54	9,57	19,65	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	5203,78	5203,78	13,2735	0.0228
ERROR	4	1568,17	392,04		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de deter.	0,7684	coef. de correlacion	0,8766		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	14257,96	14256,96	33,0936	0.0030
ERROR	5	2154,04	430,81		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de deter.	0,8688	coef. de correlacion	0,9321		

Oscilación Intercuartilar vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
D.ORIGEN	15,4633716	15,46	-15,21	46,13	
PENDIENTE	13,9389344	6,11	1,82	26,06	
N.ORIGEN	18,2031501	4,38	9,52	26,88	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	3829,92	3829,92	5,2072	0.0842
ERROR	4	2942,04	735,51		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de deter.	0,5656	coef. de correlación	0,7520		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	12734,07	12733,07	17,3101	0.0094
ERROR	5	3677,93	735,59		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de determinación	0,7759	coef. de correlación	0,8809		

Maguire vs Emergencia**Valores Germinativos**

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
D.ORIGEN	13,9459429	10,56	-7,00	34,89	
PENDIENTE	32,8535447	8,78	15,44	50,27	
N.ORIGEN	40,524834	7,06	26,52	54,53	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	5267,48	5267,48	14,0047	0.0210
ERROR	4	1504,48	376,12		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de terminación	0,7778	coef. de correlación	0,8820		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	14251,26	14250,26	32,9754	0.0059
ERROR	5	2160,74	432,15		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de terminación	0,8683	coef. de correlación	0,9318		

Czabator vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
D.ORIGEN	21,599448	13,24	-4,66	47,86	
PENDIENTE	1,4778214	0,62	0,26	2,70	
N.ORIGEN	2,0635874	0,58	0,92	3,21	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	3993,53	3993,53	5,7493	0.0743
ERROR	4	2778,43	694,61		
TOTAL	5	6771,96			
coef. de deter.	0,5897	coef. de correlación	0,7679		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	11783,84	11782,84	12,7295	0.0164
ERROR	5	4628,16	925,63		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de terminación	0,7180	coef. de correlación	0,8473		

MMD vs Emergencia

Parámetro	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
D.ORIGEN	11,9617332	10,48	-8,84	32,76	
NDIENTE	1,5492809	0,40	0,76	2,33	
N.ORIGEN	1,85837234	0,30	1,27	2,45	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
GRESION	1	5371,51	5371,51	15,3423	0.0183
ERROR	4	1400,44	350,11		
TOTAL	5	6771,96			
coef.de erminación	0,7932	coef. de correlación	0,8906		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
GRESION	1	14555,72	14554,72	39,2040	0.0022
ERROR	5	1856,28	371,26		
TOTAL	5	16412,00			
coef. de erminación	0,8869	coef. de correlación	0,9418		

Pinus ayacahuite var. veitchii

Germinación vs Emergencia

Índices de Viabilidad

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	26,3827053	9,89	6,76	46,01	
PENDIENTE	0,69336735	0,25	0,20	1,18	
PEN.ORIGEN	1,20413762	0,27	0,67	1,74	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1229,45	1229,45	7,8880	0.1067
ERROR	2	311,72	155,86		
TOTAL	3	1541,17			
coef.de determinación	0,7977	coef. de correlación	0,8932		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9312,93	9311,93	19,6696	19.6696
ERROR	3	1420,25	473,42		
TOTAL	3	10733,19			
coef. de determinación	0,8677	coef. de correlación	0,9315		

Tetrazolio vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	20,5559323	32,43	-43,78	84,89	
PENDIENTE	0,42369931	0,47	-0,50	1,35	
PEN.ORIGEN	0,70044595	0,15	0,40	1,00	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	447,92	447,92	0,8194	0.5378
ERROR	2	1093,26	546,63		
TOTAL	3	1541,17			
coef.de determinación	0,2906	coef. de correlación	0,5391		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9420,30	9419,30	21,5234	0.0171
ERROR	3	1312,89	437,63		
TOTAL	3	10733,19			
coef. de determinación	0,8777	coef. de correlación	0,9368		

Conductividad Eléctrica vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	82,9868185	36,00	11,57	154,40
PENDIENTE	-0,1216779	0,12	-0,36	0,11
PEN.ORIGEN	0,13833671	0,06	0,02	0,25
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	530,74	1,0505	0.4143
ERROR	2	505,22		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,3444	coef. de correlación	0,5868	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	7036,43	5,7118	0.0959
ERROR	3	1231,92		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,6557	coef. de correlación	0,8097	

Rayos X vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	-129.95893	178.08	-483.27	223.35
PENDIENTE	1.89251523	1.89		5.64
PEN.ORIGEN	0.51556881	0.11	0.30	0.73
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	514.41	1.0020	0.4234
ERROR	2	513.38		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0.3338	coef. de correlación	0.5777	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9432.01	21.7632	0.0168
ERROR	3	433.39		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0.8789	coef. de correlación	0.9375	

Corte Examen vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	6469,9329	80,44	-248,62	70,55
PENDIENTE	0,8731	0,93	-0,25	3,45
PEN.ORIGEN	0,0113	0,11	0,36	0,78
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	916,61	2,9352	0.2296
ERROR	2	312,28		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,5947	coef. de correlación	0,7712	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9725,01	28,9670	0.0110
ERROR	3	335,73		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,9062	coef. de correlación	0,9519	

D1 vs Emergencia**Índices de Velocidad Germinativa**

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	251,926152	179,36	-103,92	607,78
PENDIENTE	-11,532927	10,12	-31,62	8,55
PEN.ORIGEN	2,6585258	0,70	1,27	4,05
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	606,62	1,2982	0.3381
ERROR	2	467,28		
TOTAL	3			
coef.de deter.	0,3936	coef. de correlación	0,6274	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	8875,76	14,3433	0.0305
ERROR	3	618,81		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,8270	coef. de correlación	0,9094	

D100 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	-18,923999	39,39	-97,07	59,23
PENDIENTE	2,17229725	1,25	-0,30	4,65
PEN.ORIGEN	1,58781379	0,24	1,11	2,06
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	928,47	3,0308	0.2247
ERROR	2	306,35		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,6024	coef. de correlación	0,7762	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	10048,78	44,1120	0.0058
ERROR	3	227,80		
TOTAL	3			
coef. de deter.	0,9363	coef. de correlación	0,9676	

D25 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	-702,40728	1949,2272	-790,00	-614,81
PENDIENTE	40,7026095	5,7318	35,95	45,45
PEN.ORIGEN	2,62625768	0,3310	1,48	3,77
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1530,58	289,0376	0.0024**
ERROR	2	5,30		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,9931	coef. de correlación	0,9966	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9381,25	20,8327	0.0180
ERROR	3	450,31		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,8741	coef. de correlación	0,9350	

D50 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
RD.ORIGEN	-153,6989	155,54	-462,29	154,89
PENDIENTE	9,49143036	7,31	-5,00	23,99
EN.ORIGEN	2,28775823	0,48	1,34	3,24
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	705,36	1,6878	0.3242
ERROR	2	417,91		
TOTAL	3			
coef.de eterminación	0,4577	coef. de correlación	0,6765	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9488,30	22,8839	0.0156
ERROR	3	414,63		
TOTAL	3			
coef. de eterminación	0,8841	coef. de correlación	0,9403	

D75 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
RD.ORIGEN	-130,81843	41,30	-212,76	-48,87
ENDIENTE	6,75062499	1,55	3,67	9,83
EN.ORIGEN	1,86363217	0,32	1,22	2,50
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
EGRESION	1	1393,94	18,9357	0.0461*
ERROR	2	73,61		
TOTAL	3			
coef.de eterminación	0,9045	coef. de correlación	0,9510	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
EGRESION	1	9846,46	33,3503	0.0089
ERROR	3	295,24		
TOTAL	3			
coef. de eterminación	0,9175	coef. de correlación	0,9579	

Días Medios vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	-343,6316	87,27	-516,78	-170,48
PENDIENTE	23,9183106	5,32	13,35	34,48
PEN.ORIGEN	2,97605765	0,61	1,76	4,19
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1402,18	20,1768	0.0432*
ERROR	2	69,49		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,9098	coef. de correlación	0,9538	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9515,79	23,4687	0.0105
ERROR	3	405,47		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,8867	coef. de correlación	0,9416	

DMMD vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	-111,02492	69,82	-249,55	27,50
PENDIENTE	5,85505111	2,56	0,78	10,93
PEN.ORIGEN	1,81031639	0,33	1,16	2,46
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1115,48	5,2409	0.1499
ERROR	2	212,84		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,7238	coef. de correlación	0,8508	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9768,29	30,4026	0.0102
ERROR	3	321,30		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,9102	coef. de correlación	0,9540	

Desviación Típica vs Emergencia**Uniformidad Germinativa**

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	19,8565733	13,58	-7,09	46,80
PENDIENTE	8,81311943	3,65	1,57	16,05
PEN.ORIGEN	13,3825172	2,21	8,99	17,77
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1147,61	5,8319	0.1376
ERROR	2	196,78		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,7446	coef. de correlación	0,8629	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9917,88	36,5387	0.0078
ERROR	3	271,44		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,9241	coef. de correlación	0,9613	

Oscilación Intercuartilar vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	17,4024757	13,20	-8,78	43,58
PENDIENTE	9,48037135	3,56	2,41	16,55
PEN.ORIGEN	13,5667389	1,96	9,67	17,46
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1201,70	7,0799	0.1171
ERROR	2	169,74		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,7797	coef. de correlación	0,8830	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	10097,51	47,7293	0.0052
ERROR	3	211,56		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,9409	coef. de correlación	0,9700	

Maguire vs Emergencia**Valores Germinativos**

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	18,7848691	29,27	-39,29	76,86
PENDIENTE	3,01665724	2,80	-2,55	8,58
PEN.ORIGEN	4,68356653	0,95	2,80	6,57
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	564,74	1,1567	0.3957
ERROR	2	488,22		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,3664	coef. de correlación	0,6053	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9554,68	24,3429	0.0143
ERROR	3	392,50		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,8903	coef. de correlación	0,9436	

Czabator vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	24,3586714	9,06	6,38	42,34
PENDIENTE	0,00355136	0,00	0,00	0,01
PEN.ORIGEN	0,00586738	0,00	0,00	0,01
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1298,95	10,7253	0.0808
ERROR	2	121,11		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,8428	coef. de correlación	0,9181	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9614,84	25,8151	0.0131
ERROR	3	372,45		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,8959	coef. de correlación	0,9465	

MMD vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	17,1638756	17,99	-18,53	52,86
PENDIENTE	0,00191402	0,00	0,00	0,00
PEN.ORIGEN	0,00275856	0,00	0,00	0,00
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL				
F.V.	g.l.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1000,23	3,6981	0.1953
ERROR	2	270,47		
TOTAL	3			
coef.de determinación	0,6490	coef. de correlación	0,8056	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN				
F.V.	G.L.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9945,09	37,9056	0.0073
ERROR	3	262,37		
TOTAL	3			
coef. de determinación	0,9267	coef. de correlación	0,9626	

9. 3. *Leucaena leucocephala* Impermeable

Germinación vs Emergencia

Índices de Viabilidad

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	6,09796859	6,52	-6,83	19,03	
PENDIENTE	0,69244766	0,16	0,37	1,01	
PEN.ORIGEN	0,81488559	0,09	0,63	1,00	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1603,07	1603,07	18,4654	0.0138
ERROR	4	347,26	86,81		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,8219	coef. de correlación	0,9066		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	6515,21	6514,21	76,9481	0.0008
ERROR	5	423,29	84,66		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,9390	coef. de correlación	0,9690		

Tetrazolio vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	53,6135582	72,13	-89,49	196,72	
PENDIENTE	-0,3917822	1,13	-2,64	1,85	
PEN.ORIGEN	0,44300814	0,13	0,18	0,71	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	56,73	56,73	0,1198	0.7429
ERROR	4	1893,60	473,40		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,0291	coef. de correlación	0,1706		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	4783,35	4782,35	11,0952	0-0209
ERROR	5	2155,15	431,03		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,6894	coef. de correlación	0,8303		

Conductividad Eléctrica vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	64,6536219	27,57	9,96	119,35	
PENDIENTE	-0,0309058	0,02	-0,08	0,01	
PEN.ORIGEN	0,02077914	0,01	0,00	0,04	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	610,44	610,44	1,8224	0.2480
ERROR	4	1339,89	334,97		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,3130	coef. de correlación	0,5595		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	3756,00	3755,00	5,8994	0.0586
ERROR	5	3182,50	636,50		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,5413	coef. de correlación	0,7357		

Rayos X vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	-63,157776	224,62	-508,80	382,49	
PENDIENTE	1,0817181	2,64	-4,15	6,32	
PEN.ORIGEN	0,34019745	0,09	0,15	0,53	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	78,60	78,60	0,1680	0.7015
ERROR	4	1871,73	467,93		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,0403	coef. de correlación	0,2008		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	5029,78	5028,78	13,1731	0.0154
ERROR	5	1908,72	381,74		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,7249	coef. de correlación	0,8514		

Corete Examen vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%		Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	291,197951	82,58	127,36		455,04
PENDIENTE	-3,4616552	1,09	-5,62		-1,30
PEN.ORIGEN	0,36746625	0,11	0,14		0,59
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1398,15	1398,15	10,1281	0.0340
ERROR	4	552,19	138,05		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,7169	coef. de correlación	0,8467		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	4669,78	4668,78	10,2895	0.0238
ERROR	5	2268,72	453,74		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,6730	coef. de correlación	0,8204		

D1 vs Emergencia

Índices de Velocidad Germinativa

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%		Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	154,143376	48,10	58,71		249,58
PENDIENTE	-10,180911	3,88	-17,88		-2,48
PEN.ORIGEN	2,18080666	0,75	0,70		3,66
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1233,01	1233,01	6,8757	0.0586
ERROR	4	717,32	179,33		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,6322	coef. de correlación	0,7951		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	4379,56	4378,56		0.0325
ERROR	5	2558,94	511,79		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,6312	coef. de correlación	0,7945		

D100 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%		Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	6,62324398	39,73	-72,19		85,44
PENDIENTE	0,90269626	1,58	-2,22		4,03
PEN.ORIGEN	1,15907815	0,31	0,55		1,77
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	147,88	147,88	0,3282	0.60000
ERROR	4	1802,45	450,61		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,0758	coef. de correlación	0,2754		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	5123,52	5122,52	14,1118	0.0136
ERROR	5	1814,98	363,00		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,7384	coef. de correlación	0,8593		

D25 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%		Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	88,9780087	54,65	-19,44		197,40
PENDIENTE	-4,201	3,78	-11,70		3,29
PEN.ORIGEN	1,88478804	0,63	0,64		3,13
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	460,67	460,67	1,2370	0.3293
ERROR	4	1489,66	372,42		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,2362	coef. de correlación	0,4860		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	4461,56	4460,56	9,0042	0.0299
ERROR	5	2476,94	495,39		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,6430	coef. de correlación	0,8019		

D50 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	53,4139014	55,54	-56,77	163,60	
PENDIENTE	-1,355562	3,02	-7,36	4,64	
PEN.ORIGEN	1,51619326	0,48	0,57	2,46	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	93,29	93,29	0,2009	0.6771
ERROR	4	1857,05	464,26		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,0478	coef. de correlación	0,2187		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	4652,00	4651,00	10,1706	0.0243
ERROR	5	2286,50	457,30		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,6705	coef. de correlación	0,8188		

D75 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	36,8460931	52,90	-68,10	141,79	
PENDIENTE	-0,3831628	2,49	-5,33	4,56	
PEN.ORIGEN	1,32791131	0,40	0,53	2,12	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	11,45	11,45	0,0236	0.8759
ERROR	4	1938,88	484,72		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,0059	coef. de correlación	0,0766		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	4764,43	4763,43	10,9551	0.0213
ERROR	5	2174,07	434,81		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,6867	coef. de correlación	0,8287		

Días Medios vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	52,0514606	55,24	-57,55	161,65	
PENDIENTE	-1,3243686	3,11	-7,50	4,85	
PEN.ORIGEN	1,56902476	0,49	0,60	2,54	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	84,55	84,55	0,1813	0.6913
ERROR	4	1865,78	466,44		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,0434	coef. de correlación	0,2082		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	4658,59	4657,59	10,2144	0.0241
ERROR	5	2279,91	455,98		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,6714	coef. de correlación	0,8194		

DMMD vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	36,7725066	49,08	-60,59	134,14	
PENDIENTE	-0,3896527	2,37	-5,09	4,31	
PEN.ORIGEN	1,35464588	0,41	0,53	2,18	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	13,11	13,11	0,0271	0.8710
ERROR	4	1937,22	484,30		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,0067	coef. de correlación	0,0820		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	4729,37	4728,37	10,7018	0.0222
ERROR	5	2209,13	441,83		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,6816	coef. de correlación	0,8256		

Desviación Típica vs Emergencia**Uniformidad Germinativa**

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	16,6596444	21,69	-26,37	59,69	
PENDIENTE	2,83874712	4,64	-6,37	12,05	
PEN.ORIGEN	6,10977682	1,77	2,60	9,62	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	166,85	166,85	0,3742	0.5768
ERROR	4	1783,48	445,87		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,0855	coef. de correlación	0,2925		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	4891,91	4890,91	11,9489	0.0183
ERROR	5	2046,59	409,32		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,7050	coef. de correlación	0,8397		

Oscilaciones Intercuartilares vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	52,1273156	26,52	-0,48	104,73	
PENDIENTE	-2,9594991	3,20	-9,32	3,40	
PEN.ORIGEN	3,03232566	1,24	0,57	5,49	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	342,83	342,83	0,8531	0.5894
ERROR	4	1607,51	401,88		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,1758	coef. de correlación	0,4193		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	3777,76	3776,76	5,9745	0.0575
ERROR	5	3160,74	632,15		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,5445	coef. de correlación	0,7379		

Maguire vs Emergencia**Valores Germinativos**

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	6,39285545	4,24	-2,02	14,81	
PENDIENTE	11,6183619	1,74	8,17	15,07	
PEN.ORIGEN	13,696967	1,19	11,34	16,06	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1789,72	1789,72	44,5735	0.0039
ERROR	4	160,61	40,15		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,9177	coef. de correlación	0,9579		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	6686,67	6685,67	132,7440	0.0004
ERROR	5	251,83	50,37		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,9637	coef. de correlación	0,9817		

Czabator vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	13,2534624	4,08	5,17	21,34	
PENDIENTE	24,2927596	4,29	15,77	32,81	
PEN.ORIGEN	33,7274645	5,40	23,00	44,45	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1733,62	1733,62	31,9988	0.0062
ERROR	4	216,71	54,18		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,8889	coef. de correlación	0,9428		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	6149,03	6148,03	38,9378	0.0022
ERROR	5	789,47	157,89		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,8862	coef. de correlación	0,9414		

MMD vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	5,35040934	4,70	-3,98	14,68	
PENDIENTE	33,8037597	5,47	22,96	44,65	
PEN.ORIGEN	38,8257606	3,32	32,24	45,41	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	1765,64	1765,64	38,2401	0.0048
ERROR	4	184,69	46,17		
TOTAL	5	1950,33			
coef.de determinación	0,9053	coef. de correlación	0,9515		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	6694,04	6693,04	136,8969	0.0004
ERROR	5	244,46	48,89		
TOTAL	5	6938,50			
coef. de determinación	0,9648	coef. de correlación	0,9822		

9.4. *Leucaena leucocephala* Permeable

Germinación vs Emergencia

Índices de Viabilidad

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%		Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	14,3517903	18,21	-21,78		50,49
PENDIENTE	0,62281769	0,34	-0,06		1,31
PEN.ORIGEN	0,88711218	0,08	0,74		1,04
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	345,31	345,31	3,2651	0.1443
ERROR	4	423,03	105,76		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,4494	coef. de correlación	0,6704		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	13183,48	13182,48	134,8723	0.0004
ERROR	5	488,70	97,74		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9643	coef. de correlación	0,9820		

Tetrazolio vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%		Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	45,3851683	45,94	-45,76		136,53
PENDIENTE	0,01565983	0,72	-1,42		1,45
PEN.ORIGEN	0,72279467	0,09	0,55		0,90
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	0,09	0,09	0,0005	0.9812
ERROR	4	768,25	192,06		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,0001	coef. de correlación	0,0109		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	12716,49	12715,49	66,5245	0.00010
ERROR	5	955,70	191,14		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9301	coef. de correlación	0,9644		

Conductividad Electrica vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%		Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	68,2791485	13,89	40,73		95,83
PENDIENTE	-0,0228696	0,01	-0,05		0,00
PEN.ORIGEN	0,04141471	0,01	0,02		0,06
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	313,67	313,67	2,7595	0.1713
ERROR	4	454,68	113,67		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,4082	coef. de correlación	0,6389		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	10469,13	10468,13	16,3409	0.0105
ERROR	5	3203,06	640,61		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,7657	coef. de correlación	0,8751		

Rayos X vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%		Lim sup int confianza 95%
ORD.ORIGEN	-92,664318	25,72	-143,70		-41,63
PENDIENTE	1,63575668	0,30	1,04		2,23
PEN.ORIGEN	0,55190756	0,04	0,47		0,64
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	676,28	676,28	29,3843	0.0070
ERROR	4	92,06	23,02		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,8802	coef. de correlación	0,9382		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	13281,48	13280,48	169,9556	0.0003
ERROR	5	390,70	78,14		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9714	coef. de correlación	0,9856		

Corte Examen vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	96,6798332	177,92	-256,31	449,67	
PENDIENTE	-0,6879293	2,43	-5,51	4,14	
PEN.ORIGEN	0,6328771	0,07	0,49	0,77	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	15,07	15,07	0,0800	0.7853
ERROR	4	753,27	188,32		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,0196	coef. de correlación	0,1400		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	12863,31	12862,31	79,5068	0.0008
ERROR	5	808,88	161,78		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9408	coef. de correlación	0,9700		

D1 vs Emergencia

Índices de Velocidad Germinativa

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	34,5020631	14,64	5,46	63,55	
PENDIENTE	1,1489939	1,32	-1,48	3,78	
PEN.ORIGEN	4,0680597	0,65	2,78	5,36	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	121,65	121,65	0,7524	0.5621
ERROR	4	646,69	161,67		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,1583	coef. de correlación	0,3979		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	12127,39	12126,39	39,2493	0.0022
ERROR	5	1544,79	308,96		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,8870	coef. de correlación	0,9418		

D100 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	-27,503954	33,34	-93,64	38,64	
PENDIENTE	2,65831317	1,19	0,29	5,02	
PEN.ORIGEN	1,68137128	0,13	1,42	1,94	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	425,91	425,91	4,9751	0.0891
ERROR	4	342,43	85,61		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,5543	coef. de correlación	0,7445		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	13271,48	13270,48	165,5897	0.0003
ERROR	5	400,70	80,14		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9707	coef. de correlación	0,9852		

D25 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	10,0368651	30,04	-49,57	69,64	
PENDIENTE	2,53161916	2,07	-1,57	6,63	
PEN.ORIGEN	3,21283899	0,30	2,62	3,81	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	209,72	209,72	1,5017	0.2749
ERROR	4	558,62	139,66		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,2730	coef. de correlación	0,5224		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	13097,98	13096,98	114,0435	0.0005
ERROR	5	574,21	114,84		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9580	coef. de correlación	0,9788		

D 50 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	-13,794616	38,30	-89,79	62,20	
PENDIENTE	3,44259273	2,18	-0,88	7,76	
PEN.ORIGEN	2,663933	0,23	2,21	3,12	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	295,61	295,61	2,5013	0.1734
ERROR	4	472,73	118,18		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,3847	coef. de correlación	0,6203		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	13184,13	13183,13	135,0558	0.0004
ERROR	5	488,06	97,61		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9643	coef. de correlación	0,9820		

D75 vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	-19,792672	69,65	-157,98	118,39	
PENDIENTE	3,15416491	3,31	-3,42	9,72	
PEN.ORIGEN	2,2157377	0,22	1,78	2,65	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	142,07	142,07	0,9074	0.6130
ERROR	4	626,28	156,57		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,1849	coef. de correlación	0,4300		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	13033,27	13032,27	101,9864	0.0005
ERROR	5	638,92	127,78		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9533	coef. de correlación	0,9764		

Dias Medios vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	-5,7549103	35,20	-75,60	64,09	
PENDIENTE	3,03545212	2,03	-1,00	7,07	
PEN.ORIGEN	2,70591016	0,23	2,24	3,17	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	275,02	275,02	2,2300	0.1945
ERROR	4	493,32	123,33		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,3579	coef. de correlación	0,5983		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	13175,57	13174,57	132,6432	0.0004
ERROR	5	496,62	99,32		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9637	coef. de correlación	0,9817		

DMMD vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	-4,3467061	25,30	-54,55	45,86	
PENDIENTE	2,53872982	1,25	0,06	5,02	
PEN.ORIGEN	2,32652672	0,18	1,98	2,68	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	389,81	389,81	4,1192	0.0969
ERROR	4	378,53	94,63		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,5073	coef. de correlación	0,7123		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	13290,87	13289,87	174,2604	0.0003
ERROR	5	381,32	76,26		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9721	coef. de correlación	0,9860		

Desviación Típica**Uniformidad germinativa**

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	85,3647781	36,47	13,01	157,72	
PENDIENTE	-8,1710469	7,57	-23,19	6,85	
PEN.ORIGEN	9,38522726	1,42	6,56	12,21	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	173,28	173,28	1,1648	0.3309
ERROR	4	595,06	148,76		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,2255	coef. de correlación	0,4749		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	12261,97	12260,97	43,4719	0.0019
ERROR	5	1410,22	282,04		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,8969	coef. de correlación	0,9470		

Oscilación Intercuartilar vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	75,0261326	38,02	-0,40	150,45	
PENDIENTE	-4,046723	5,32	-14,60	6,50	
PEN.ORIGEN	6,34504134	0,93	4,50	8,19	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	97,17	97,17	0,5791	0.5147
ERROR	4	671,17	167,79		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,1265	coef. de correlación	0,3556		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	12347,58	12346,58	46,6046	0.0017
ERROR	5	1324,61	264,92		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9031	coef. de correlación	0,9503		

Maguire vs Emergencia**Valores Germinativos**

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	22,3752107	24,17	-25,58	70,33	
PENDIENTE	7,36071145	7,25	-7,02	21,75	
PEN.ORIGEN	13,9242197	1,49	10,97	16,88	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	157,41	157,41	1,0306	0.3584
ERROR	4	610,94	152,73		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,2049	coef. de correlación	0,4526		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	12930,39	12929,39	87,1494	0.0007
ERROR	5	741,79	148,36		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,9457	coef. de correlación	0,9725		

Czabator vs Emergencia

Parámetros	Valores	desv.tip.	Lim inf int confianza 95%	Lim sup int confianza 95%	
ORD.ORIGEN	37,4561689	5,03	27,47	47,44	
PENDIENTE	4,54153621	1,82	0,93	8,16	
PEN.ORIGEN	14,1778875	4,42	5,42	22,94	
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA GENERAL					
F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fo	P > F
REGRESION	1	467,38	467,38	6,2118	0.0542
ERROR	4	300,96	75,24		
TOTAL	5	768,34			
coef.de determinación	0,6083	coef. de correlación	0,7799		
ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA RECTA QUE PASA POR EL ORIGEN					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	fo	P > F
REGRESION	1	9206,41	9205,41	10,3066	0.0237
ERROR	5	4465,78	893,16		
TOTAL	5	13672,19			
coef. de determinación	0,6734	coef. de correlación	0,8206		

10. BIBLIOGRAFIA

- AOSA. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution N° 32. Association of Official Seed Analysts. USA: 93 p.
- Barros, W. M., 2003. Pruebas de vigor en semillas de Lechuga (*Lactuca sativa L.*) y su correlación con la emergencia. Tesis Profesional de Ingeniero Agrícola. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Departamento de Ciencias Vegetales. Pontificia Universidad Católica de Chile Chile. 53 p..
- Bauer, G., Weilenmann de Tau, E., Pratti, A., y Monterrubianesi, G. 2003. Germinación y vigor de semillas de soja del grupo de maduración III cosechadas bajo diferentes condiciones climaticas. Revista Brasileira de Sementes, Brasil. 25(2):53-62.
- Benítez, B.G., Pulido, S. M. y Equihua, Z. M. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Ed. Instituto de Ecología, A.c. Xalapa, Veracruz. México. Pp.160.
- Bleasdale, J.K. A. 1977. Plant Physiology in relation to Horticulture, American Edition, The Avi Publishing Company,N.C. Westport. Conneticut. USA. p.p. 1-22.
- Bonner, T. F. and Vozzo J. A. 1982. Measuring southern pines seed quality with a conductivity meter does it work South, Nursery Conf. USDA Forest Service. USA pp 97 – 105.
- Bonner, F. T. 1984. Glossary of seed germination terms, for tree seed woorkers. USDA Forest. Serv. Southern Forest. Experimental Station. Gral. Tech. Rep. SO-49. USA. 4p.
- Camacho M., F. 2000a. Dormición y quiescencia en el manejo de semillas forestales. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. México 4: 7-22..
- Camacho M., F. 2000b. Calculo de las necesidades de semillas para la producción de plantas forestales. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal México. 5: 41-59..
- Camacho M., F. 1994. Dormición de semillas, causa y tratamiento Ed. Trillas.México. P.p.: 13-16.
- Camacho M., F. 1994a. Pruebas de germinación y viabilidad *Semillas Forestales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, División Forestal. Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. *Publicación especial*. México, D.F. Número 2. P.p. 109 – 117.
- Camacho M., F. 1994b. Métodos de almacenamiento *Semillas Forestales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, División Forestal. Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. *Publicación especial*. México, D.F. Número 2. P.p. 92 – 101.

- Camacho M., F. 1994c. Fisiología de la germinación *Semillas Forestales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, División Forestal. Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. *Publicación especial*. México, D.F. Número 2. P.p. 12 - 31.
- Camargo L., P. 1991. Comportamiento de tres pruebas para evaluar vigor en semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis profesional de Ing. Agrícola. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores, Cuatlitlán. México, D.F. 78p.
- CONAFOR, 2006. Paquetes tecnológicos: *Pinus ayacahuite* Ehren. Comisión Nacional Forestal. México. <http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Tecnicas/Pinus%20ayacahuite.pdf> (Consultado en febrero de 2008).
- Contreras, S. y Barros, M. 2005. Pruebas de vigor en semillas de lechuga y su correlación con la emergencia. *Revista Ciencia e Investigación Agraria*. Chile. 32(1): 3 - 11.
- Copeland, L. O. 1976. Principles of seed science and technology. Burges Publishing Co. Minnesota, USA. 369 p.
- Czabator, F.J. (1962). Germination index combining speed and completeness speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*. USA. 8:386 – 396.
- Dalianis, C. D. 1980. Rate of radice emergence as measure of seedling emergence and vigour in cotton (*Gossypium hirsutum*). Agronomy Department, Agricultural College of Athens. Atenas, Grecia. Pp 35 – 44.
- De la Garza L. P. y Nepamuceno M. F. 1986. Análisis radiográfico de semillas forestales en México. *Revista Ciencia Forestal en México*. 11 (59): 1 – 14.
- Eguiluz., P. T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género *Pinus* en México. Tesis del Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 623 p.
- Faría, M. J., García, A. L. y González, B. 1996. Efecto de frecuencia de riego y corte sobre el rendimiento de materia seca en *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. *Rev. Fac. Agrom. Venezuela*. (LUZ) 13: 573-579.
- Flinta., M. C. 1960. Practicas de plantación forestal en América Latina. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Cuadernos de fomento forestal. No.15. Roma, Italia. 499 p.
- Garcia A.A. 2003. Pinaceas de Durango. 2ª Ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional Forestal. México. pp. 33 -35.

- González., Z. L. y Orozco., S. A. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo de: *Manfreda brachystachya*. Boletín de la Sociedad Botánica de México. México D.F. (58): 15 – 30.
- Guzmán, M., Barrera, O. y Moncayo, R. 1979. Manejo de semillas de pino (*Pinus sp.*) en la Comisión Forestal del Estado de Michoacán. Comisión Forestal del Estado de Michoacán. Serie técnica de reforestación No. 19. Época 2ª. Michoacán, México. 54p.
- Hall, R. D. y Wiesner, L. E. 1990. Relationship between seed vigor test and field performance of “Regar” meadow bromegrass. *Crop Science* 30(5):967-970.
- Hernández, M. y Reyes, C. 1996. Variación morfológica de 21 especies de pinos mexicanos a nivel de plántula. Tesis de ingeniero forestal con orientación en selvicultura. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. México. 136 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 1997. Recolección de semillas de *Pinus ayacahuite* en Chiapas In. Tecnología llave en manos. SAGAR – Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. División Forestal. México pp. 15-16.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 1997. Producción de planta de *Pinus ayacahuite* en Chiapas In. Tecnología llave en manos. SAGAR – Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. División Forestal en México pp. 27-128.
- Jiménez.,L. L. 2000. Rompimiento de la dormición en semillas de cuatro especies de leguminosas tropicales. Tesis de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 97p.
- Johnson., R. y Loyd., M. Wax. 1978. Relationship of soybean germination and vigor test to field performance. *Agronomy Journal, USA.* 70:1978;273 278.
- Little., M. T. y Jackson., H. F. 1985. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas México Pp 125 – 143. 270.
- López., G. T. 1991. Determinación de fórmulas simplificadas para calcular las necesidades de semillas para la siembra de *Pinus cooperi* Blanco, *P. montezumae* Lamb. y *P. patula* Shiede. Tesis Profesional de Ingeniero Agrícola. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. México. 63 p.
- Martínez M. 1948. Los Pinos de México. 2ª. Ed. Botas. México, D.F. 361 p.
- Morales., V. G. y Camacho M. F. 1985. III Reunión sobre plantaciones forestales. Publicación especial No. 48 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México D.F. Pp 123 – 138.

- Moreno, M.E. 1996. Análisis fisiológico y biológico de semillas agrícolas. Ed. Programa Universitario de Alimentos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, UNAM. México P.p. 191 – 252.
- Murcia, M., Wingeyer, A. B., Ramos, A., Monterubbianesi, G.y Cardinali, F. (2002). Secuencia de deterioro de embriones de girasol (*Helianthus annuus L.*) durante el envejecimiento acelerado. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce Argentina..
<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/oleag/girasol/murcia.htm>
- Musálem., M. A. y Ramírez., L. A. 2003. Monografía de *Pinus ayacahuite*. Ed. INIFAP, CONABIO y SAGARPA. Libro tecnoco No. 6 División Forestal. México. 369 p.
- Naylor, E.E.L. 1981. An evaluation of various germination indices for predicting differences in seed vigor in Italian ryegrass. *Seed Sci. Technol.* USA 9:593–600.
- Ochoa.,C. M. A. 1994. Tiempo de germinación y constantes para estimar emergencia en especies forestales. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza. UNAM. México. 80p.
- Padilla, T. D. 1989. Análisis de índices germinativos para determinar la calidad de semilla de *Pinus montezumae* Lamb. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 90p
- Parrotta, J. A. 1992. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit Leucaena, tantan. SO-ITFSM- 52. New Orleans,. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.. USA. 8 p.
<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Leucaenaleucocephala.pdf>.
- Patiño., V. F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. *Bosques y Fauna.* México. 19 (4): 20-30.
- Patiño – Valera, F., P. de la Garza, Y. Villagomez A., I. Talavera A. y Camacho M.F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especie forestales. México. SARH Subsecretaria Forestal. Instituto nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divulgativo México. No. 63. 181p.
- Perry, J. P.Jr. 1991. *The pines of Mexico and Central America.* Timber Press. Portland, Oregon. U.S.A. 231 p.
- Prieto,R., Merlín, B. y Quiñónez, Ch. 1997. Análisis y almacenamiento de semillas forestales. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental “Valle de Guadalupe - SAGAR. Folleto Técnico No. 9 Durango, Dgo. México. 19 p.
- Ramírez O. y Camacho M. (1987). Tratamiento de semillas latentes de plantas de importancia económica. *Biología y otras ciencias.* México. 16(1- 4): 37-42.

- Razz, R. y Tyrone, C. 1996. Métodos de escarificación en semillas de *Humboldtiella ferruginea* y *Leucaena leucocephala*. Rev. Fac. Agron. Venezuela. (LUZ) 13: 73-77.
- Salazar., G. V. y Valrela., F. R. 1992. Efectos de la fertilización sobre la reproducción y calidad de semillas de guaje (*Leucaena leucocephala*) var. *peru*. Tesis de Ingeniero Agronomo Especialista en Zootecnia. Universidad Autonoma Chapingo. México. 115p
- Salinas., R. A., Yodjian., A.M., Craviotto., R.M y Bizarro., V. 2001. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. Rev. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Brasil. Vol. 36 No. 2.
- Sanabria., D.V., Silva – Acuña, R., Alfaro, C. Y Oliveros, M. 1997. Escarificación térmica de las semillas de accesiones de *Leucaena leucocephala*. Zootecnia Tropical, Venezuela. 15 (1): 67-80.
- Santiago., R. L. H. 1988. Comportamiento de la germinación y del vigor en semillas del maíz (*Zea mays*) de distintos origen genético sometidas diferentes temperaturas y sustratos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Estudios Superiores Cuatlitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. 89p.
- Steere, W. C., Levengood, W. C. and Bondie, J. M. 1981. An electronic analyser for seed germination and vigour. Seed Sci. & Technolo. USA. (9): 567 – 576.
- Thompson, B. F. 1981. Principios de almacenamiento para semillas de árboles tropicales. Reunión sobre problemas en semillas forestales tropicales., Publicación Especial No. 35 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. pp. 223-229.
- Tyagi, C. S. 1992. Evaluating viability and vigour in soybean seed with automatic seed analyzer. Seed Sci. & Technolo., USA. (20): 687 – 694.
- Valdez., A. R. A. 1994. Observaciones ecológico – silvícolas sobre el comportamiento de la germinación y crecimiento inicial de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw. Tesis de Ingeniero Especialista en Bosques. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. México. 61 p.
- Varela., P. A. 1992. Factores que afectan la calidad de semilla de *Pinus ayacahuite* Ehrenberg en el ejido “Carrizal de Bravo”, Municipio Leonardo Bravo, Guerrero. Tesis de Ingeniero Forestal con Orientación en Silvicultura. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. México. 78p.
- Vásquez, Y.C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, M. E. Y Cervantes, V. 1997. La reproducción de las plantas, semillas y meristemos. La ciencia para todos Ed. Fondo de Cultura Económica. México D. F.
- Vieira, R. D., Paiva – Agüero, J.A., Precin., D. y Bittencourt, S.R. 1999. Correlation of electrical conductivity and other vigor test with emergence of soybean seedlings. Seed Sci. & Technology. USA. (27): 67 – 75.

- Villagómez., A. Y. y Carrera., G. V. 1985. Efecto de la estratificación de semillas en tres especies del genero *Pinus*. Revista Ciencia Forestal en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales México, D. F. 4 (17): 31 -51.
- Zamora, S., Fernández, M., Pérez, G., Ramírez, G. y Martínez, M. 1992. Manual para plantaciones de coníferas en Chiapas. Folleto Misceláneo No. 1. SARH., INIFAP. Centro de Investigaciones regionales del Pacífico del Sur, Campo Experimental Rancho Nuevo. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México. 64p.
- Zárate S. 1987. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit Subs. glabrata (Rose). *Phytologia*. USA. 63(4): 304 – 306
- Zarate, G. P. e Infante, S. y 1984 "Métodos estadísticos". Ed. Trillas, México. 643 p