

ANEXOS

9. ANEXOS

Anexo 1. Datos experimentales de germinación de semillas forestales

Tabla A1. Base de datos experimental de la germinación de semillas forestales evaluadas bajo diferentes métodos de almacenamiento y tiempos de conservación.

Especie	Método	Tiempo	Tratamiento	Repeticiones	% Germinación	Velocidad de Germinación.	Energía germinativa
a1	b1	c1	a1b1c1	1	92	5,83	72
a1	b1	c1	a1b1c1	2	92	6,17	76
a1	b1	c1	a1b1c1	3	92	6,25	68
a1	b1	c1	a1b1c1	4	92	5,83	72
a1	b1	c2	a1b1c2	1	84	5,87	44
a1	b1	c2	a1b1c2	2	100	6,54	40
a1	b1	c2	a1b1c2	3	88	6,12	48
a1	b1	c2	a1b1c2	4	96	6,15	40
a1	b1	c3	a1b1c3	1	84	5,4	60
a1	b1	c3	a1b1c3	2	92	7,25	72
a1	b1	c3	a1b1c3	3	88	5,38	60
a1	b1	c3	a1b1c3	4	76	4,42	40
a1	b2	c1	a1b2c1	1	92	4,92	44
a1	b2	c1	a1b2c1	2	88	4,69	40
a1	b2	c1	a1b2c1	3	100	5,69	48
a1	b2	c1	a1b2c1	4	96	4,89	36
a1	b2	c2	a1b2c2	1	92	5,07	40
a1	b2	c2	a1b2c2	2	92	4,82	40
a1	b2	c2	a1b2c2	3	100	4,67	40
a1	b2	c2	a1b2c2	4	88	5	36
a1	b2	c3	a1b2c3	1	88	4,9	52
a1	b2	c3	a1b2c3	2	96	5,52	56
a1	b2	c3	a1b2c3	3	96	5,79	32
a1	b2	c3	a1b2c3	4	100	5,4	56
a1	b3	c1	a1b3c1	1	88	6,43	40
a1	b3	c1	a1b3c1	2	92	5,96	32

Especie	Método	Tiempo	Tratamiento	Repeticiones	% Germinación	Velocidad de Germinación.	Energía germinativa
a1	b3	c1	a1b3c1	3	88	4,97	36
a1	b3	c1	a1b3c1	4	100	6,52	32
a1	b3	c2	a1b3c2	1	88	4,27	52
a1	b3	c2	a1b3c2	2	100	5,45	76
a1	b3	c2	a1b3c2	3	80	4,13	56
a1	b3	c2	a1b3c2	4	92	5,06	72
a1	b3	c3	a1b3c3	1	72	3,66	63
a1	b3	c3	a1b3c3	2	84	3,86	54
a1	b3	c3	a1b3c3	3	92	4,04	88
a1	b3	c3	a1b3c3	4	88	4	84
a2	b1	c1	a2b1c1	1	100	11,92	88
a2	b1	c1	a2b1c1	2	100	12,33	86
a2	b1	c1	a2b1c1	3	100	12,5	90
a2	b1	c1	a2b1c1	4	100	12,08	92
a2	b1	c2	a2b1c2	1	100	7,1	85
a2	b1	c2	a2b1c2	2	96	6,88	76
a2	b1	c2	a2b1c2	3	100	6,93	88
a2	b1	c2	a2b1c2	4	96	6,77	84
a2	b1	c3	a2b1c3	1	100	9,08	96
a2	b1	c3	a2b1c3	2	100	9,75	96
a2	b1	c3	a2b1c3	3	96	9,75	92
a2	b1	c3	a2b1c3	4	100	7,5	60
a2	b2	c1	a2b2c1	1	96	8	88
a2	b2	c1	a2b2c1	2	100	8,67	92
a2	b2	c1	a2b2c1	3	100	8,08	80
a2	b2	c1	a2b2c1	4	100	8,58	96
a2	b2	c2	a2b2c2	1	96	6,8	80
a2	b2	c2	a2b2c2	2	100	7,35	88
a2	b2	c2	a2b2c2	3	100	7,58	100
a2	b2	c2	a2b2c2	4	96	7,52	84
a2	b2	c3	a2b2c3	1	100	12,17	92
a2	b2	c3	a2b2c3	2	92	10,83	76
a2	b2	c3	a2b2c3	3	100	11,17	68
a2	b2	c3	a2b2c3	4	100	11,67	80

Especie	Método	Tiempo	Tratamiento	Repeticiones	% Germinación	Velocidad de Germinación.	Energía germinativa
a2	b3	c1	a2b3c1	1	96	11,5	72
a2	b3	c1	a2b3c1	2	96	11,17	76
a2	b3	c1	a2b3c1	3	100	11,83	84
a2	b3	c1	a2b3c1	4	100	12,17	92
a2	b3	c2	a2b3c2	1	92	10,17	60
a2	b3	c2	a2b3c2	2	92	10,5	68
a2	b3	c2	a2b3c2	3	100	11,67	80
a2	b3	c2	a2b3c2	4	88	10,33	72
a2	b3	c3	a2b3c3	1	88	8,75	44
a2	b3	c3	a2b3c3	2	96	9,83	52
a2	b3	c3	a2b3c3	3	96	9,25	40
a2	b3	c3	a2b3c3	4	100	10,42	60
a3	b1	c1	a3b1c1	1	92	5,3	64
a3	b1	c1	a3b1c1	2	72	4,4	36
a3	b1	c1	a3b1c1	3	80	5,06	44
a3	b1	c1	a3b1c1	4	96	5,65	52
a3	b1	c2	a3b1c2	1	84	4,02	20
a3	b1	c2	a3b1c2	2	88	4,2	32
a3	b1	c2	a3b1c2	3	80	3,57	28
a3	b1	c2	a3b1c2	4	80	3,21	56
a3	b1	c3	a3b1c3	1	84	4,28	16
a3	b1	c3	a3b1c3	2	84	4,14	36
a3	b1	c3	a3b1c3	3	72	3,75	32
a3	b1	c3	a3b1c3	4	84	4,03	28
a3	b2	c1	a3b2c1	1	84	5,15	40
a3	b2	c1	a3b2c1	2	84	5,93	48
a3	b2	c1	a3b2c1	3	88	5,32	44
a3	b2	c1	a3b2c1	4	88	4,51	28
a3	b2	c2	a3b2c2	1	88	4,69	40
a3	b2	c2	a3b2c2	2	84	3,66	84
a3	b2	c2	a3b2c2	3	76	3,19	76
a3	b2	c2	a3b2c2	4	84	3,72	84
a3	b2	c3	a3b2c3	1	84	3,48	48
a3	b2	c3	a3b2c3	2	80	4,13	28

Especie	Método	Tiempo	Tratamiento	Repeticiones	% Germinación	Velocidad de Germinación.	Energía germinativa
a3	b2	c3	a3b2c3	3	80	3,79	20
a3	b2	c3	a3b2c3	4	84	3,94	20
a3	b3	c1	a3b3c1	1	84	4,48	32
a3	b3	c1	a3b3c1	2	88	5,13	40
a3	b3	c1	a3b3c1	3	76	3,65	28
a3	b3	c1	a3b3c1	4	92	4,75	32
a3	b3	c2	a3b3c2	1	84	3,95	36
a3	b3	c2	a3b3c2	2	84	4,39	32
a3	b3	c2	a3b3c2	3	68	3,26	60
a3	b3	c2	a3b3c2	4	92	4,33	44
a3	b3	c3	a3b3c3	1	76	3,31	60
a3	b3	c3	a3b3c3	2	84	3,1	52
a3	b3	c3	a3b3c3	3	80	3,09	48
a3	b3	c3	a3b3c3	4	76	2,68	40
a4	b1	c1	a4b1c1	1	96	4,33	64
a4	b1	c1	a4b1c1	2	96	4,24	60
a4	b1	c1	a4b1c1	3	92	4,05	60
a4	b1	c1	a4b1c1	4	96	4,26	56
a4	b1	c2	a4b1c2	1	92	4,86	92
a4	b1	c2	a4b1c2	2	96	5,04	96
a4	b1	c2	a4b1c2	3	88	4,81	40
a4	b1	c2	a4b1c2	4	92	4,66	92
a4	b1	c3	a4b1c3	1	88	3,1	64
a4	b1	c3	a4b1c3	2	92	3,06	52
a4	b1	c3	a4b1c3	3	88	3,28	68
a4	b1	c3	a4b1c3	4	80	2,95	40
a4	b2	c1	a4b2c1	1	92	4,52	52
a4	b2	c1	a4b2c1	2	96	5,13	56
a4	b2	c1	a4b2c1	3	96	5,23	68
a4	b2	c1	a4b2c1	4	92	4,33	60
a4	b2	c2	a4b2c2	1	100	4,85	80
a4	b2	c2	a4b2c2	2	88	4,46	64
a4	b2	c2	a4b2c2	3	88	3,82	68
a4	b2	c2	a4b2c2	4	96	4,5	80

Especie	Método	Tiempo	Tratamiento	Repeticiones	% Germinación	Velocidad de Germinación.	Energía germinativa
a4	b2	c3	a4b2c3	1	84	3,22	56
a4	b2	c3	a4b2c3	2	88	3,43	56
a4	b2	c3	a4b2c3	3	84	3,31	60
a4	b2	c3	a4b2c3	4	100	3,87	68
a4	b3	c1	a4b3c1	1	96	4,47	48
a4	b3	c1	a4b3c1	2	88	3,63	32
a4	b3	c1	a4b3c1	3	92	4,26	44
a4	b3	c1	a4b3c1	4	100	4,37	44
a4	b3	c2	a4b3c2	1	84	3,05	60
a4	b3	c2	a4b3c2	2	84	2,79	60
a4	b3	c2	a4b3c2	3	92	2,71	52
a4	b3	c2	a4b3c2	4	100	3,12	84
a4	b3	c3	a4b3c3	1	80	2,09	72
a4	b3	c3	a4b3c3	2	88	2,28	84
a4	b3	c3	a4b3c3	3	80	1,96	80
a4	b3	c3	a4b3c3	4	76	1,85	56

Fuente: Elaboración propia

Tabla A2: Codificación de los factores del diseño experimental

Factor	Niveles
A=Especies Forestales	a1 = Tara a2 = Jarca a3 = Algarrobo blanco a4 = Molle
B=Método de Almacenamiento	b1 = Frasco de vidrio b2 = Bolsa de plástico al vacío (5 a 10°C) b3 = Bolsa de papel a temperatura ambiente
C=Tiempo de Almacenamiento	c1 = 30 días c2 = 90 días c3 = 180 días

Tabla A3: Promedios de germinación

Especie	Método de Almacenamiento	30 días	90 días	180 días
Tara <i>Caesalpinia spinosa</i>	Frasco vidrio	92	92	85
	Envasado al vacío	94	93	95
	Bolsa papel	92	90	84
Jarca <i>Acacia visco</i>	Frasco vidrio	100	98	99
	Envasado al vacío	99	98	98
	Bolsa papel	98	93	95
Algarrobo Blanco <i>Prosopis alba</i>	Frasco vidrio	85	83	81
	Envasado al vacío	86	83	82
	Bolsa papel	85	82	79
Molle <i>Schinus molle</i>	Frasco vidrio	95	92	87
	Envasado al vacío	94	93	89
	Bolsa papel	94	90	81

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Registro diario (30,90,180 días)

Tabla A4. Registro diario de germinación de semillas de *Schinus molle* a 30 días

Especie: *Schinus molle*

Método: Bolsa de papel a temperatura ambiente

Tiempo: 30 días

Número de semillas por réplica: 25

Días	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4	Total	Acumulado	% Germin.	NT
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	1	3	2	8	8	2	24
4	3	2	0	1	6	14	3,5	24
5	7	5	8	8	28	42	10,5	140
6	4	3	3	4	14	56	14	84
7	3	3	4	2	12	68	17	84
8	2	2	3	3	10	78	19,5	80
9	1	2	1	2	6	84	21	54
10	2	4	1	3	10	94	23,5	100
11	0	0	0	0	0	0	0	0

Totales por réplica:

R1=24 | R2=22 | R3=23 | R4=25

Total germinado: 94

Total sembrado: 100 semillas

Porcentaje de germinación: 94%

Fuente: Elaboración propia

Tabla A5: Registro diario de germinación de semillas de *Prosopis alba* (90 días)

Especie: *Prosopis alba*

Método: Frasco de vidrio (5 a 10°C)

Tiempo: 90 días

Número de semillas por réplica: 25

Días	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4	Total	Acumulado	% Germin.	NT
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	5	3	3	2	13	13	3,25	39
4	3	5	4	3	15	28	7	60
5	1	2	1	1	5	33	8,25	25
6	2	1	1	1	5	38	9,5	30
7	1	2	3	2	8	46	11,5	56
8	2	1	1	1	5	51	12,75	40
9	2	2	1	4	9	60	15	81
10	2	4	2	4	12	72	18	120
11	1	1	1	1	4	76	19	44
12	2	1	3	1	7	83	20,8	84
13	0	0	0	0	0	0	0	0

Totales por réplica:

R1=21 | R2=22 | R3=20 | R4=20

Total germinado: 83

Total sembrado: 100 semillas

Porcentaje de germinación: 83%

Fuente: Elaboración propia

Tabla A6: Registro diario de germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (180 días)

Especie: *Caesalpinia Spinosa*

Método: bolsa de plástico al vacío (5 a 10°)

Tiempo: 180 días

Número de semillas por réplica: 25

Días	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4	Total	Acumulado	% Germin.	NT
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	5	8	6	22	22	5,5	66
4	10	9	7	8	34	56	14	136
5	7	8	6	7	28	84	21	140
6			1		1	85	21,3	6
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Totales por réplica:

R1=20 | R2=22 | R3=22 | R4=21

Total germinado: 85

Total sembrado: 100 semillas

Porcentaje de germinación: 85%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Resultados estadísticos (ANOVA y prueba de Ducan)

Tabla A7: Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de germinación

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F calc	Sig.	F tab 5%	F tab 1%
Repeticion	187,56	3	62,52	2,18	N S	2,691	3,974
Especie	3880,00	3	1293,33	45,20	* *	2,69	3,974
Metodo	286,89	2	143,44	5,01	* *	3,08	4,813
Tiempo	581,56	2	290,78	10,16	* *	3,08	4,813
Especie * Metodo	106,00	6	17,67	0,62	N S	2,19	2,979
Especie * Tiempo	211,33	6	35,22	1,23	N S	2,19	2,979
Metodo * Tiempo	117,11	4	29,28	1,02	N S	2,46	3,503
Especie * Metodo * Tiempo	108,67	12	9,06	0,32	N S	1,85	2,359
Error experimental	3004,44	105	28,61				
Total corregido	8483,56	143					

Fuente: Elaboración propia

Tabla A8: prueba de comparación de medias de Ducan para especies forestales

Especie	N	Subconjunto		
		1	2	3
Algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>)	36	82,89		
Molle (<i>Schinus molle</i>)	36		90,56	
Tara (<i>Caesalpinia Spinosa</i>)	36		90,78	
Jarca (<i>Acacia visco</i>)	36			97,56
Sig.		1,00	0,86	1,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla A9: Prueba de comparación de medias de Duncan para métodos de almacenamiento.

Método	N	Subconjunto	
		1	2
Bolsa Papel	48	88,58	
Frasco Vidrio	48		90,75
Envasado al vacío	48		92,00
Sig.		1,000	0,25

Fuente: Elaboración propia

Tabla A10: Prueba de comparación de medias de Duncan para tiempos de almacenamiento

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
180 días	48	87,92		
90 días	48		90,58	
30 días	48			92,83
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Registro fotográfico del ensayo de germinación

Figura A1: Semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) obtenidas del Centro Especializado Agroforestal en Producción de Plantas (CEAFOR-PP).



Fuente:

Elaboración propia

Figura A2. Semillas de jarca (*Acacia visco*) obtenidas del CEAFOR-PP.



Fuente:Elaboración propia

Figura A3. Semillas de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) obtenidas del CEAFOR-PP.



Fuente: Elaboración propia

Figura A4. Semillas de molle (*Schinus molle*) obtenidas del CEAFOR-PP.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Registro fotográfico del proceso experimental

Figura A5. Proceso de selección y limpieza de semillas en laboratorio.



Fuente: Elaboración propia

Figura A6. Preparación de las muestras para el ensayo de germinación.



Fuente: Elaboración propia

Figura A7. Disposición de las semillas en cajas Petri durante el ensayo de germinación.



Fuente: Elaboración propia

Figura A8. Evaluación del proceso de germinación en condiciones de laboratorio.



Fuente:Elaboración propia

Figura A9. Método de almacenamiento en frascos herméticos.



Fuente:Elaboración propia

Figura A10. Método de almacenamiento al vacío



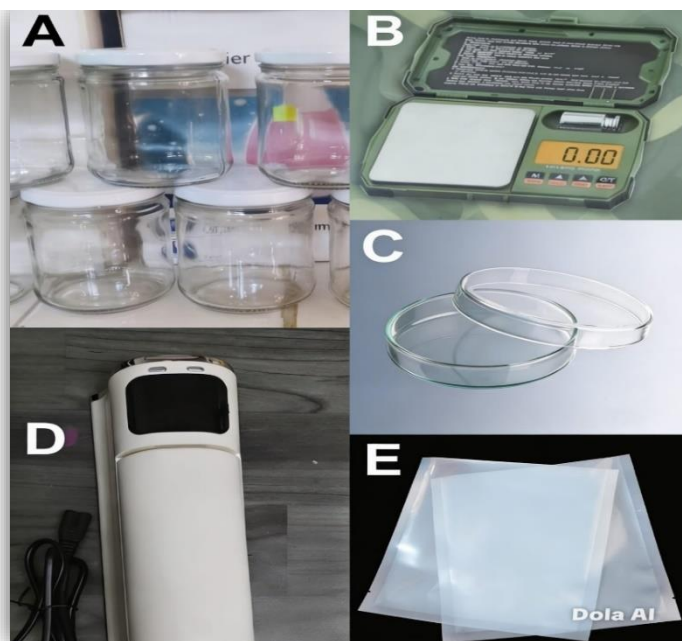
Fuente: Elaboración propia

Figura A11. Método de almacenamiento en bolsas de papel a temperatura ambiente.



Fuente: Elaboración propia

Figura A12. Instrumentos y materiales utilizados en el laboratorio: A) frascos de vidrio; B) balanza analítica utilizada para el pesaje de semillas; C) cajas Petri; D) equipo de envasado al vacío; E) bolsas trilaminadas empleadas para el almacenamiento de semillas.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Cálculos aplicados

En el presente anexo se detallan las fórmulas utilizadas para el cálculo de las variables evaluadas en el estudio de germinación de semillas forestales.

1. Porcentaje de germinación (PG%)

$$PG (\%) = \frac{\text{Numero de semillas germinadas}}{\text{Numero total de semillas empleadas}} * 100$$

Donde:

- Porcentaje de germinación (%).

-Número de semillas germinadas.

- Número total de semillas sembradas en la muestra.

2. Índice de velocidad de germinación (IVG)

$$IVG = \sum \frac{G_i}{T_i}$$

Donde:

- Índice de velocidad de germinación
- G_i = Número de semillas germinadas en el día i
- T_i = Tiempo en días desde la siembra

3. Energía germinativa (EG)

$$EG = \left(\frac{n_e}{N} \right) \times 100$$

- EG=Energía germinativa (%).
- n_e =Número de semillas germinadas hasta el día del primer conteo (momento de máxima energía, definido según la especie).
- N =Número total de semillas sembradas.