

Germinación de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (tipa blanca) en condiciones de laboratorio

Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze (tipa blanca) germination in laboratory conditions

Pece, M. G.¹; C. Gaillard de Benítez¹; M. Acosta¹;
C. Bruno²; S. Saavedra¹ y O. Buvenas³

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue comparar la energía germinativa, el periodo de energía, la velocidad de germinación y el índice de velocidad de germinación de semillas de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze utilizando escarificación física (eliminación del ala) y química en sámaras. Los experimentos fueron realizados en laboratorio en un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones de 25 frutos cada una. Los tratamientos probados fueron combinaciones de escarificación física y química con ácido sulfúrico, con tiempos de inmersión de 15, 20 y 30 minutos. El testigo fue el tratamiento con escarificación física. Se calcularon los valores de velocidad de germinación (G), índice de velocidad de germinación (IVG), energía germinativa (EG) y período de energía (PE). Se encontraron diferencias estadísticas significativas sólo en G al final del ensayo y en PE. La combinación de ambas escarificaciones produjo respuestas notoriamente diferentes a la del testigo. Se concluye que la escarificación mecánica y química es el tratamiento más conveniente. Los tiempos de inmersión en ácido no produjeron diferencias estadísticamente significativas.

Palabras clave: Germinación; Escarificación química; Período de energía; Velocidad de germinación; Tipa blanca

ABSTRACT

The aim of this work was to compare the germinative energy, energy period, germination velocity and germination velocity index of *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze seeds using physical and chemical scarification on fruits. The laboratory experiments were carried out with four simultaneous replicates of 25 fruits each one. The treatment probed were combinations of physical and chemical scarifications with sulfuric acid immersion for 15, 20 and 35 minutes. The control treatment consisted in physical scarification only. The value of germination velocity (G), germination velocity index (IVG), germination energy (EG), and germination period (PE) were calculated. Significant differences were found only in G at the end of the assay and in PE. The combination of both scarifications showed manifestly different answers from the control. The combination of scarification physical and chemical were the most convenient. The influence of acid immersion times in was not significative

Keywords: Germination; Mechanical and chemical scarification; Energy period; Germination velocity; Tipa blanca

¹ Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero Argentina. E-mail: mpece@unse.edu.ar

² Becario doctorado. Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero Argentina.

³ Ayudante de investigación. Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero Argentina.

1. INTRODUCCION

La tipa blanca (*Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze) es una especie de leguminosa (Papilionaceae) arbórea semicaducifolia, nativa de Argentina cuya distribución geográfica se extiende hasta Bolivia. Sus ejemplares pueden alcanzar hasta 40 m de altura, y hasta 1,50 m de diámetro. El fuste mediano es generalmente recto, en plantaciones y admite bastante bien la poda. Posee ramas gruesas y numerosas, flexuosas, ondulantes, que forman una copa densa y redondeada (Dimitri *et al.* 1977).

La corteza es de color pardo grisáceo, con fisuras longitudinales paralelas y divididas en placas persistentes de 2 a 3 cm. de ancho por 2 a 5 cm. de largo. Su madera tiene un peso específico que varía entre 0,67 y 0,75 kg/dm³, es de color blanco amarillenta con veteado suave espigado, se deja labrar con facilidad y sirve en carpintería, mueblería, artículos para deportes, fabricación de enchapados y terciados, etc. Su corteza lastimada por incisiones hechas a propósito, vierte una especie de resina que sirve para curtir cueros y que se usa como cicatrizante y antiinflamatorias uterina (Dimitri *et al.*, 1977; Toursakissian, 1980).

Las hojas son tardíamente caducas, imparipinada, de 10-20 cm de longitud. Las flores son hermafroditas, largamente pediceladas, de color amarillo dorado con estrías moradas o rojizas. Las hojas son muy apetecidas por el ganado vacuno y sirven como forraje en años de escasez. Esta especie florece de octubre a diciembre. El fruto es una sámara glabra estipitada, con un ala coriácea, de unos 4 a 7 cm de longitud, indehisciente (Figura 1), contiene de 1 a 4 semillas, alojadas en compartimientos transversales (Barroso *et al.*, 1999).

Resiste la sequía sin perder hojas. Se adapta muy bien a diferentes condiciones climáticas, tolera heladas ligeras, creciendo en climas secos y húmedos, y se desarrolla dentro de un rango de precipitaciones que van desde los 400 a los 1.000 mm anuales. La temperatura media anual más adecuada para su crecimiento se encuentra entre 18 y 25°C. Para su desarrollo son más apropiados los suelos profundos, franco arcillo arenosos, fértiles, bien drenados o con humedad moderada, pero se adapta a un amplio rango de condiciones edáficas (Cozzo, 1979).

Por su plasticidad en la adaptación a diferentes condiciones y tolerancia a la poda ha sido muy utilizada en arbolado urbano, especialmente por su frondosa copa (Figura 1).



Figura 1. *Tipuana tipu*: a) aspecto de un ejemplar perteneciente a arbolado urbano, b) flores y c) detalle de frutos maduros

Las semillas son difíciles de separar del pericarpio por lo que se almacenan y siembran los frutos preferentemente eliminando el ala de la sámara. En relación al número de frutos por kilo y a su poder germinativo en la bibliografía se encuentra información muy diversa. Hooker Leguía y Carbajal (1977) dan un porcentaje de germinación de más del 75% y 1900 sámaras por kilo. Mientras que CATIE, (2002) informa de 65 a 75% en laboratorio y 60% en vivero y un número de sámaras por kilo entre 1600 a 3000 y Paladín, 1992 reporta de 1500 a 1700 frutos por kg y un poder germinativo de 50 a 60 %.

Godínez Álvarez y Flores Martínez, (1999) concluyeron al estudiar la germinación de 32 especies de plantas útiles para la restauración ecológica de la Costa Guerrero (México), que los mejores tratamientos para las leguminosas fueron la escarificación mecánica y química. Sugieren que las semillas de todas las especies de esta familia presentan latencia debido a que sus testas duras impiden la entrada de agua y el intercambio de gases.

En 1990, Willan afirmó que la latencia exógena o de testa está asociada con los efectos de la cubierta de la semilla, que puede incluir no solo la testa morfológicamente real, sino también los tipos de cubierta del fruto persistentes que guardan la semilla, que forman parte de la sámara alada.

De acuerdo a lo expresado en la bibliografía el tiempo de germinación a campo demora entre 1 y 1,5 meses (Rossini Oliva *et al.*, 2006). El propósito de este trabajo es comparar el número de semillas germinadas, la energía germinativa (EG), el periodo de energía (PE), la capacidad de germinación (CG), la velocidad de germinación (G) y el índice de velocidad de germinación (IVG) de sámaras de *T. tipu* obtenidos utilizando escarificación física y química en condiciones de laboratorio.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los frutos se recolectaron de 5 árboles seleccionados de una plantación con fines ornamentales ubicada en la localidad de Maco, distante a 12 km en dirección sudeste de la ciudad capital, provincia de Santiago del Estero, en agosto de 2008. El área de estudio pertenece al Parque Chaqueño semiárido. Los frutos se mantuvieron a temperatura ambiente en el interior de bolsas de papel, hasta el momento del ensayo el que se efectuó 7 meses después de la cosecha.

De la muestra se extrajeron al azar cuatro lotes de 100 frutos cada uno, a los que se eliminó el ala de la sámara (escarificación física). Cada lote comprende 4 repeticiones de 25 semillas cada una. Tres lotes elegidos al azar fueron remojados en ácido sulfúrico al 98% (escarificación química) por 15, 20 y 30 minutos. Posteriormente los frutos fueron lavados con agua durante el doble del tiempo que estuvieron en remojo en el ácido. Se sembraron en hojas de papel tipo Valot humedecidas con agua destilada. Se colocaron 5 frutos por hoja (Figura 2), se los cubrió con una hoja humedecida en fungicida y luego se enrollaron para colocarlos en bolsas de plástico transparente. Cada bolsa contenía 5 de estos rollos, representando una repetición de las cuatro correspondiente a cada tratamiento.



Figura 2. Foto de un rollo desplegado con los cinco frutos

Las repeticiones se ubicaron al azar en las bandejas de una estufa de laboratorio. Cada tratamiento, se corresponde con los distintos tiempos de remojo en ácido y el testigo (sin remojo pero con escarificación física). El detalle e identificación de los tratamientos es el siguiente:

- T0: Testigo, escarificación física, sin remojo en ácido sulfúrico
- T_15: Escarificación física, remojo por 15 minutos en ácido sulfúrico al 90% y posterior lavado con agua corriente durante 30 minutos.
- T_20: Escarificación física, remojo por 20 minutos en ácido sulfúrico al 90% y posterior lavado con agua corriente durante 40 minutos.
- T_30: Escarificación física, remojo por 30 minutos en ácido sulfúrico al 90% y posterior lavado con agua corriente durante 1 hora.

La temperatura de la estufa se mantuvo durante todo el ensayo en aproximadamente 30⁰ C. Las observaciones se realizaron diariamente durante 14 días después de iniciado el ensayo. Los frutos atacados por hongos fueron separados del ensayo. Se recuerda que al informar sobre semillas germinadas, se hace referencia solo a la primera semilla germinada en los frutos, ya que luego de ser contada, éstos se retiraron de la repetición y se mantuvieron aparte para observar cuántas semillas se encontraban en cada uno de ellos.

Los parámetros evaluados fueron:

- Número de semillas germinadas acumuladas y los siguientes indicadores indirectos de vigor:
- la energía germinativa (EG) que corresponde al porcentaje de germinación acumulado diario, obtenido al momento en que la tasa de germinación alcanza su valor máximo (González *et al.*, 2008).
- La cantidad de días requeridos para alcanzar este máximo es el parámetro denominado periodo de energía (PE) González *et al.*, 2008.
- La velocidad de germinación en días, con la fórmula citada por Nakagawa, 1999.

$$G = \frac{N_1 \times G_1 + N_2 \times G_2 + \dots + N_n \times G_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i G_i}{\sum_{i=1}^n G_i} \quad (1)$$

Donde

N_1, N_2, \dots, N_n : representan número de días desde la iniciación del ensayo de germinación.

G_1, G_2, \dots, G_n : representan número semillas germinadas en el día i -ésimo.

Se observa que el valor G es una media aritmética de los N_i (días necesarios para la germinación) ponderada por los G_i y por ello su unidad es días.

- El índice de velocidad de germinación propuesto por Maguire (1962), es uno de los más utilizados (Villagra, 1997; Nakagawa, 1999) y se expresa como número de semillas germinadas por día. Su fórmula de cálculo es:

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_i}{N_i} + \dots + \frac{G_n}{N_n} = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{N_i} \quad (2)$$

En donde N_i y G_i tienen el mismo significado que en la fórmula anterior

A efectos prácticos se consideró que una semilla ha germinado cuando emerge del fruto una radícula de al menos 2 cm de longitud (Figura 3). La germinación de la primera semilla marca el tiempo T_0 que es el número de días transcurridos entre el momento de la siembra y el comienzo de la germinación y T_{50} es el tiempo transcurrido desde la siembra hasta que se alcanza el 50% de germinación según Rossini Oliva *et al.*, 2006.



Figura 3. Fruto con una semilla germinada

Análisis Estadístico

Se realizaron análisis de variancia y pruebas de Tukey para las comparaciones de las medias de las variables (n° semillas germinadas, EG, PE, IVG y G) con el software Infostat, 2008. El cumplimiento de los supuestos del análisis de la variancia se probó con el test de Shapiro-Wilks para normalidad y test de Levene para homogeneidad de variancias.

Al no cumplirse estos supuestos, se realizaron nuevos análisis de la variancia con variables obtenidas por transformaciones adecuadas, o se recurrió a la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. En todas las pruebas estadísticas se trabajó con un nivel de significación α del 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de semillas germinadas acumuladas

Los valores de T_0 y T_{50} para los distintos tratamientos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. T_0 y T_{50} de los distintos tratamientos

Tratamiento	T_0	T_{50}
Testigo	4	
T_15	3	12
T_20	3	12
T_30	3	11

El testigo no llegó al 50% durante el tiempo que duró el ensayo, y el porcentaje de germinación acumulado está dentro de los valores reportados por la bibliografía para *T.tipu* (CATIE, 2002 y Rossini Oliva *et al.*, 2006). Los valores promedios del número de semillas germinadas por tratamiento se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2: Estadísticos de número de semillas germinadas a los 14 días

Tratamiento	Media	CV
Testigo	8,5	28,01
T-15	13,75	37,26
T_20	13	18,84
T-30	14,25	11,98

Los valores porcentuales acumulados (para 14 días) se presentan en la Figura 4.

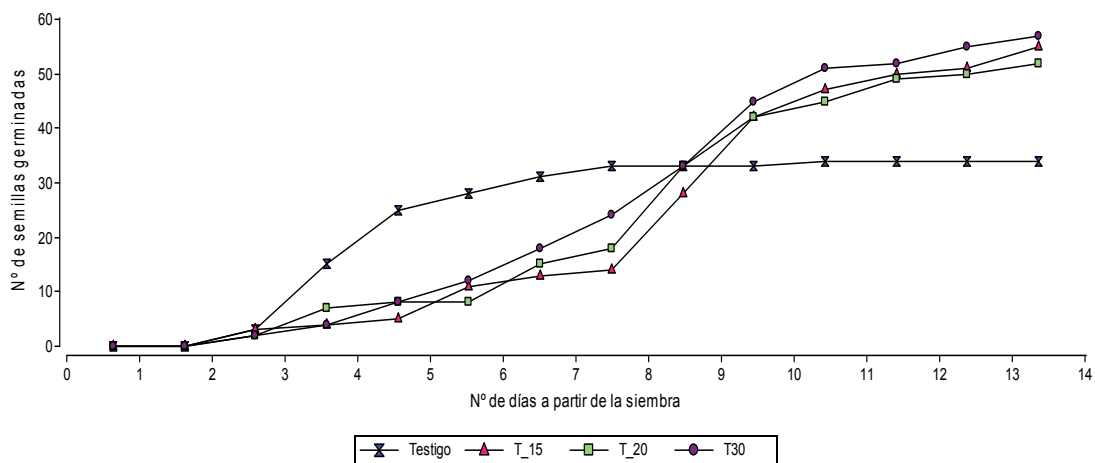


Figura 4. Porcentajes de germinación acumulados por tratamiento hasta los catorce días

García Martins *et al.* (2001), reportan que de 144 frutos evaluados, el 61% contenía una semilla, el 34% dos, el 5% tres semillas y solo un 2% más de tres. En este trabajo de 185 frutos observados, 67% presentó una semilla, 32% dos semillas y 1% con tres semillas.

Pese al cuidado y asepsia con que se trabajó durante el conteo de las semillas germinadas y habiendo usado una solución antifúngica, no se pudo evitar la aparición de hongos en el testigo y en el T_15. Situación que no se dio en T_20 y T_30 lo que pone de manifiesto que el tiempo de inmersión en ácido es decisivo en su prevención.

Los tratamientos con escarificación química demostraron tener un comportamiento muy parecido entre ellos y diferente del testigo (Figura 4). Si bien hubo mayor número de semillas germinadas en el testigo hasta el octavo día, no alcanzó el 50% de germinación al final del ensayo. Mientras que el tratamiento T_30, en el cual se observó retraso en el comienzo de la germinación con el correr del tiempo alcanzó el 50% de germinación a los once días después de la siembra. Este comportamiento se repite para T_15 y T_20 (Figura 8) por lo que se sugiere profundizar en investigaciones sobre la acción del ácido sobre los frutos.

Rossini Oliva *et al.*, 2006, reportan para *T. tipu* $T_0 = 5$ en un ensayo efectuado a 23°C; en este trabajo se encontró $T_0 = 4$ para el testigo y $T_0 = 3$ para los frutos sumergidos en ácido, pudiendo estar relacionado a la mayor temperatura en la que se realizó el presente ensayo. El testigo no alcanzó hasta los 14 días después de la siembra el 50% de germinación siendo los valores correspondientes al resto de los tratamientos de 12 (T_15 y T_20) y 11 días (T_30) respectivamente mientras que los autores citados al comienzo de este párrafo indican $T_{50} = 1,5$ meses. Si bien ellos llegan a la conclusión de que las sámaras no necesitan pretratamiento para germinar, en este ensayo se notó que la escarificación física y química es una buena combinación para favorecer a la germinación.

Los análisis de la variancia efectuados en la variable n° de semillas germinadas a los 7, 10 y 14 días de siembra y en las variables transformadas (raíz cuadrada del número de semillas germinadas) dieron valores de probabilidad altos (Tabla 3) indicando que no hay diferencias significativas entre los promedios de semillas germinadas por tratamientos a los 7, 10 y 14 días (Tabla 3). Esto se debe posiblemente a la alta variabilidad encontrada dentro del tratamiento T_15 (Figura 5). A pesar de ese resultado no significativo, es evidente que la respuesta de los tratamientos con ácidos es diferente a la del testigo, descrito en la Figura 4.

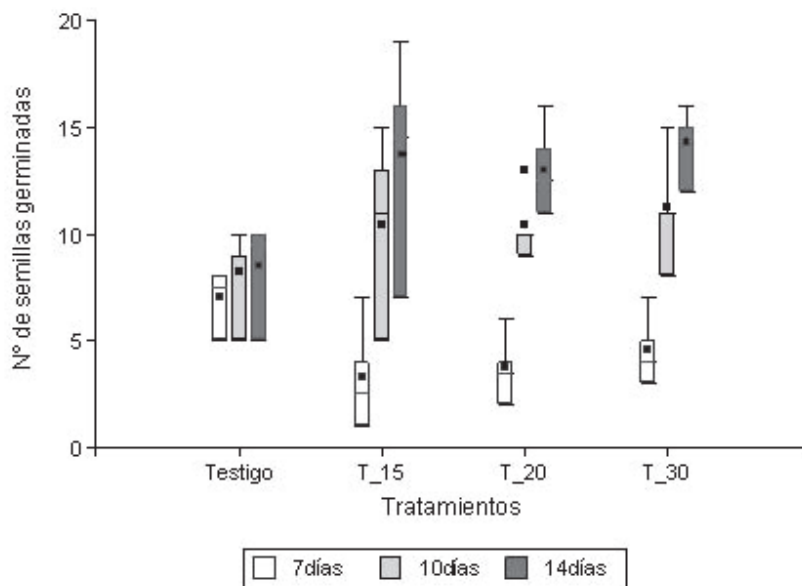


Figura 5. Número de semillas de *T. tipu* germinadas según tratamiento y tiempo de conteo, en estufa a 30°C

Velocidad de germinación (G)

Cuanto mayor es el valor de la G obtenido mayor es la velocidad de germinación y consecuentemente mayor el vigor, pues el índice calculado estima el número medio de días empleados en la germinación. El análisis de la variancia de este índice para los conteos a los 7 y 10 días no dio significativo. Para los 14 días, como no se cumplían los supuestos del análisis de la variancia, se transformó la variable G con logaritmo neperiano, cuyo análisis de la variancia fue validado y dio significativa la diferencia entre los promedios de logaritmos de velocidad de germinación. Los tratamientos con ácido no difieren entre sí. Como se emplea la misma cantidad de ácido para el remojo y los tiempos de remojo no son muy diferentes entre sí, se puede utilizar cualquiera de los pretratamientos. El testigo difiere de los tratamientos con ácido sulfúrico y según este índice, este tratamiento sería el de mayor vigor por tener el menor valor de media de los logaritmos 1,81 contra 2,14; 2,16 y 2,28 de los escarificados con ácido (tabla 3).

En la Figura 6 se observa una clara tendencia al aumento del índice con el tiempo, sin embargo, y a pesar de poseer el testigo según este indicador el mayor “vigor”, en este tratamiento no llegan a germinar el 50% de las semillas, durante el tiempo del ensayo.

Tabla3. Variables, estadísticos de pruebas y los correspondientes valores de probabilidad.

Variable	F o H	P	Diferencias entre tratamientos
Nº de semillas germinadas acumuladas	A los 7 días A los 10 días A los 14 días	F = 2,26 F = 1,9 F = 2,72	0,1332 0,1711 0,0912
	A los 7 días A los 10 días	F = 1,6 F = 2,32	0,2417 0,1271
Velocidad de germinación G (en días). Con transformación LN a los 14 días	A los 14 días	F = 10,84	0,010
			Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,25951 Trat Medias Test 1,81 A T20 2,14 B T30 2,16 B T15 2,28 B <i>Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,05)</i>
Índice de velocidad de Germinación IVG (en nº de semillas)	A los 7 días A los 10 días A los 14 días	F = 0,56 F = 0,10 F = 0,52	0,6541 0,9586 0,6755
Energía de Germinación EG	-	H = 6,16	0,0971
Período de Energía (en días)	-	F = 17,59	0,0001
			Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,84330 TRAT Medias Test 5,75 A T_20 8,75 B T_15 9,50 B T_30 9,75 B <i>Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,05)</i>

Índice de velocidad de germinación (IVG)

Este índice expresa la velocidad en número de semillas germinadas por día. Por lo tanto, cuanto mayor es, mayor es la velocidad e indirectamente mayor el vigor del lote. Se efectuaron análisis de la variancia (Tabla 3) y no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los conteos (7, 10 y 14 días).

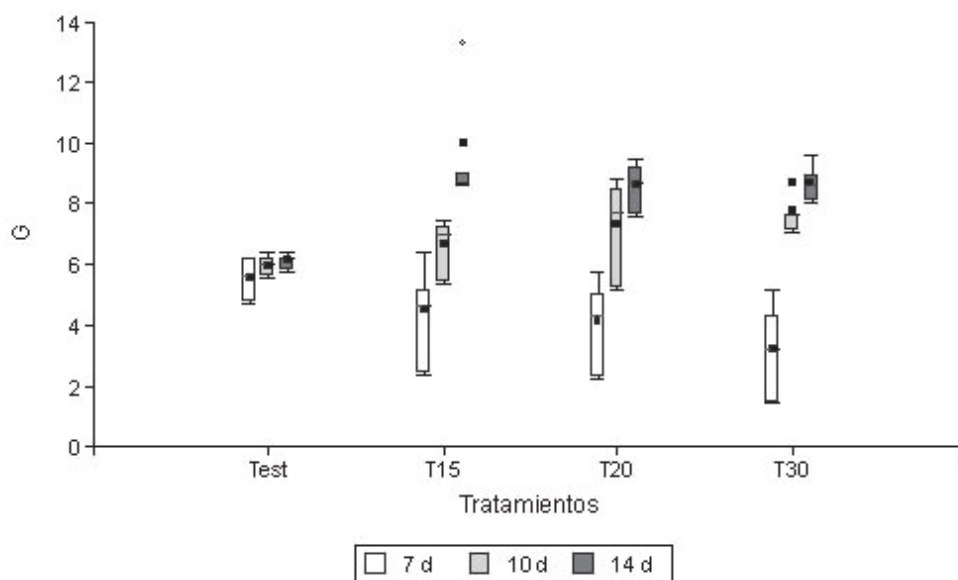


Figura 6. Velocidad de germinación de semillas de *Tipuana tipu* según tratamientos y días de conteo

Energía de germinación (EG)

Como no se cumplieron los supuestos para la validez del análisis de la variancia al trabajar con la variable EG, ni con la variable transformada a arcoseno raíz de la proporción, se realizó el análisis de la variancia no paramétrico de Kruskal Wallis obteniendo un valor $p=0,0971$ (Tabla 3), lo que nos indicaría que no hay evidencias suficiente para decir que existen diferencias estadísticas entre los promedios de EG de los tratamientos pregerminativos. Considerando una confianza del 90% no hay diferencias entre los pretratamientos con ácido, pero se observa una diferencia del T_30 con el testigo.

Período de energía (PE)

Esta variable es otra de las usadas para determinar el vigor. Indica en días el período de energía que es el que va desde la siembra hasta que la tasa de germinación alcanza su máximo valor. En esta variable se encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos con ácido (promedio del testigo 5,75 contra las medias de los restantes que van desde 8,75 a 9,75). Es decir, que el período de energía del testigo es significativamente menor que el de los tratamiento con escarificación química Figura 7 y Tabla 3.

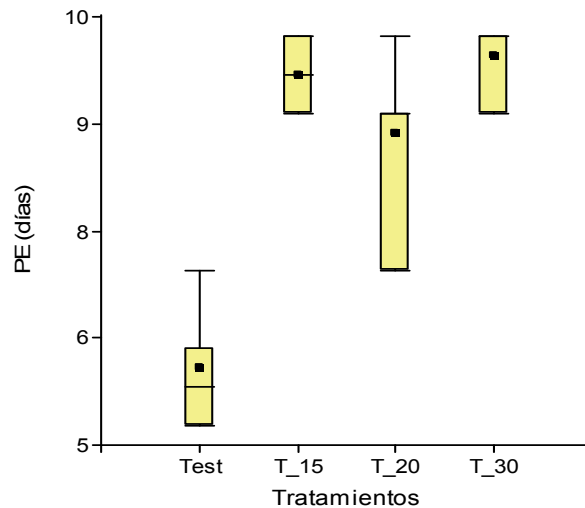


Figura 7. Período de energía de los tratamientos

4. CONCLUSIONES

- La combinación de escarificación física (corte del ala) y química con ácido sulfúrico resultó ser el tratamiento más conveniente para la germinación de semillas de tipa blanca.
- A pesar de que en las variables: número de semillas germinadas e índice de velocidad de germinación (IVG), ambos evaluados a 7, 10 y 14 días desde el inicio del ensayo, y la energía de germinación no dieron diferencias estadísticamente significativa entre los tratamientos, es evidente que la respuesta del número de semillas germinadas acumuladas en función del tiempo adquiere características diferentes para el testigo con respecto a los tratamientos con ácido. Esta respuesta merece un estudio más profundo y deberá ser el objeto de investigaciones futuras.
- La velocidad de germinación (G), como expresión del número de días empleados en la germinación, indica como más vigoroso al testigo sin embargo éste no alcanza el 50% de germinación en el tiempo del ensayo con lo que, en este caso, no resulta ser un indicador adecuado.
- El PE indica un período de energía mayor cuando se sumerge en ácido sulfúrico ya sea por 15, 20 o 35 minutos.

5. BIBLIOGRAFIA

- Barroso, G. M.; M. P. Morim; A. L. Peixoto y C. L. F. Ichaso. 1999. "Frutos y semillas: Morfología aplicada a sistemática de dicotiledóneas". Editora UFV, Viçosa.
- CATIE. 2002. "Manejo de semillas de 75 especies forestales de América latina". Nota técnica 157:113-114.
- Cozzo, D. 1979. "Árboles forestales, maderas y silvicultura de la Argentina". Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Ed. Acne, 2 da edic., Tomo I fasc. 16/1:50-51
- Dimitri, M. J.; R. Leonardis y J. Biloni. 1977. "El nuevo libro del árbol" Tomo I. Ed. El Ateneo.120p
- García Martins, M. C.; D. Trombert y M. Olivera. 2001. "Morfo-anatomía y ontogenia de la fruta y las semillas de *Tipuana tipu* (Benth) O.Kuntze (Fabaceae:Faboideae)". Rev. Bras. Bot. 24(1): 109-121.

- Godínez Álvarez H. y A. Flores Martínez, 1999. "Germinación de semillas de 32 especies de la Costa Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica". Polibotánica Núm.11: 1-19.
- González, M.; I. Quiroz; E. García y B. Gutiérrez. 2008. "Escarificación química con ácido sulfúrico como tratamiento pregerminativo para semillas de toromiro (*Sophora toromiro* Skottsb.)". Ciencia e investigación forestal. 14(1): 111-118.
- Hooker Leguía R. y L. O. Carbajal. 1977. "Banco Nacional de Semillas Forestales en Perú". Depósito Doc. FAO Recursos Genéticos Forestales N°6.
<http://www.fao.org/docrep/006/k4063s/K4063S06.htm>
- INFOSTAT. 2008. "Software estadístico. Manual del Usuario". 329p
- Maguire, J. D. 1962. "Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor". Crop Sci. 2: 176-7
- Nakagawa, 1999. "Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. Cap.2 de Vigor de sementes: conceitos e testes" Ed. ABRATES. Londrina, PR Brasil.
- Paladín, E. 1992. "Observaciones culturales en viveros de árboles forestales de Mendoza". Multequina 1: 123-146.
- Rossini Oliva, S.; B. Valdés; M. C. Andrés; F. Márquez Campón, y M. Bueso López. 2006. "Germinación de las semillas en algunas especies americanas de Fabaceae y Bignoniaceae cultivadas en Sevilla (SO España)". Lagasalia 26: 119-129.
- Toursakissian, M. 1980. "Plantas medicinales de la Argentina" Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur 178p.
- Villagra, Pablo. 1997. "Germination of *Prosopis argentina* and *P. alpataco* seeds under saline conditions". Journal of Arid Environments 37: 261-67.
- Willan, R. L. 1990. Trad. "Seed pretreatment" Humlebaek, Denmark. Danida Forest Seed Centre. Lecture Note C-10, 19p.

