

PEREZ - ARBELAEZIA

Volumen 1 No. 3 Julio de 1986



JARDIN BOTANICO DE BOGOTA
"JOSE CELESTINO MUTIS"

JARDIN BOTANICO DE BOGOTA
"JOSE CELESTINO MUTIS"

JUNTA DIRECTIVA

Sven Zethelius Peñalosa
Germán Botero de los Ríos
Joaquín Caicedo Salazar
Patricio Samper Gnecco

Rafael García Espinosa
Ma. Paulina Espinosa de López
Hernán López G.
Victoria Eugenia Virviescas

DIRECCION

Teresa Arango Bueno

Registrado en el Ministerio de Gobierno
el 7-V-1986. Res. Nº 001440

Tarifa Postal Reducida
Permiso Nº 594 de 1986
Administración Postal Nacional

JARDIN BOTANICO

Carrera 66A Nº 56-84
Tels.: 2313-965 y 2400-483
Apartado Aéreo 59887
Bogotá, Colombia

JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ
"JOSE CELESTINO MUTIS"

JUNTA DIRECTIVA

Rafael García Espinosa
Miguel Paulina Espinosa de López
Hernán López G.
Vicente Eugenio Vivero

Juan Sebastián Páez
German Bernal de la Riva
Jorge Luis Salazar
Pablo Sandoz Cárdenas

La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.
Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas,
tesis y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.
Los editores se reservan el derecho de aceptar o
de rechazar los trabajos.

Registrado en el Ministerio de Gobierno
el 7-V-1965 Lic. No 001450

Torres Poma, Ricardo
Persepolis 175 201 de 1965
Administración Poma (Nacional)

JARDÍN BOTÁNICO

Carrera 80A No 54-81
Tel.: 231-300 y 240-222
Apartado 40

CARATULA:

Emblema del Jardín Botánico de Bogotá. *Mutisia Clematis* L.

PEREZ - ARBELAEZIA

Bogotá, D. E. Colombia	Vol. 1 Nº 3; pp. 249-378 Julio 1986	ISSN 0120-7717
---------------------------	--	-------------------

Directora de la Revista
Teresa Arango Bueno

Comité Editorial
César Escallón E.
Gustavo Morales L.
Orlando Vargas R.

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá dedicada a la memoria de su fundador, el doctor Enrique Pérez -Arbeláez, quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de Colombia y fomentar la investigación, divulgación y defensa de nuestros recursos naturales.

CONTENIDO

Presentación	254
La Declaración de la Gran Canaria	255
Taxonomía numérica en un género de Angiospermas. Delimitación de especies en <i>Crotalaria</i> (Fabaceae-Faboideae). Henry Yesid Bernal	257
Contribución al conocimiento de la flora y vegetación del parque natural Isla Gorgona y Gorgonilla. César Barbosa	311
Estudios ecológicos en un relicto de bosque de <i>Weinmannia Tomentosa</i> y <i>Drimys Granadensis</i> , en la región de Monserrate. Orlando Vargas Ríos	337
Efectos del pre-enfriamiento y la escarificación química y mecánica sobre el porcentaje de germinación de <i>Alnus Acuminata</i> H.B.K. (Betulaceae). María Cristina Ruiz Peña y Martha Orozco de A.	357
Periodos de muda del copetón, (<i>Zonotrichia Capensis</i>) en el Jardín Botánico de Bogotá, Colombia. Enrique Zerda, Pablo Rodríguez y David W. Snow	371
Instrucciones a los colaboradores	377

PEREZ - ARBELAEZIA

PRESENTACION

Para quien ésta nota escribe como Directora del Jardín Botánico es muy grato entregar el Tercer Número de la Revista "Pérez-Arbelaezia", que ya cumplió un año de estar en circulación. En este breve lapso hemos constatado con satisfacción la gran acogida que se le ha dispensado, tanto a nivel nacional como internacional y ello es algo que nos estimula para continuar realizando el gran esfuerzo que nos representa la edición de cada número.

El Jardín Botánico aprovecha su Revista para asociarse al Cincuentenario de la fundación del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia; más aún si tenemos en cuenta que el doctor E. Pérez-Arbelaez fué quien diera vida al embrión de este Instituto con la creación del Herbario Nacional Colombiano. Así que los lazos entrañables que nos unen con el Instituto forman parte del ideal que acariciara ese sabio naturalista.

Hacemos llegar al Instituto, a su personal Científico y Administrativo nuestras felicitaciones y evocamos también la memoria de quienes dejaron sus nombres en la nómina de estudiosos de la naturaleza del país a través del Instituto.

TERESA ARANGO BUENO
Directora Jardín Botánico de Bogotá
"José Celestino Mutis"

EFFECTOS DEL PRE-ENFRIAMIENTO Y LA ESCARIFICACION QUIMICA Y MECANICA SOBRE EL PORCENTAJE DE GERMINACION DE *Alnus* *acuminata* H.B.K. (Betulaceae)¹

María Cristina Ruiz Peña²
Martha Orozco de Amézquita³

RESUMEN

El proceso de germinación de las semillas implica la absorción de agua e intercambio gaseoso, lo cual depende en última instancia de las capas que las rodean. Si dichas capas son alteradas por efecto de determinadas sustancias químicas o por remoción, se puede llegar a acelerar el proceso o superar una posible dormancia impuesta por las cubiertas. Así mismo, el pre-enfriamiento o estratificación fría se constituye en un método eficaz para promoción y aceleración del proceso germinativo y para eliminación de la dormancia.

En el presente trabajo se evaluaron ocho tratamientos de escarificación química y uno de escarificación mecánica en semillas de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.), con el fin de observar el efecto de la cubierta del fruto sobre el porcentaje de germinación. Los mejores resultados se alcanzaron con tiourea 10%, nitrato de potasio 1% y tiourea 1%. El porcentaje de germinación para los restantes tratamientos fue inferior al obtenido con el respectivo control. Las semillas escarificadas mecánicamente no mostraron respuesta alguna de germinación.

También se establecieron tres tratamientos con pre-enfriamiento en nevera a 3°C con el fin de evaluar su efecto sobre la germinación de semillas de

¹ El presente trabajo se derivó de la tesis del primer autor para optar al título de Bióloga, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Hace parte del proyecto de investigación "Contribución al estudio de la biología del *Alnus acuminata* H.B.K." financiado por el CINDEC y la Facultad de Ciencias de la Univ. Nacional.

² Bióloga del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. A.A. 8897 Bogotá, Colombia, Sur América.

³ Profesora asistente del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. A. A. 27678 Bogotá, D. E.

Alnus. La mejor respuesta se obtuvo con el tratamiento de pre-enfriamiento por 8 días seguido del enfriamiento por 12 días. El tratamiento correspondiente al enfriamiento por 4 días mostró ser el menos efectivo para incremento de la respuesta germinativa, dado que su valor fue inferior al obtenido con el control.

INTRODUCCION

Con frecuencia el proceso de absorción de agua señala el inicio del proceso germinativo (Long *et al.*, citados por Dasgupta *et al.*, 1982); sin embargo, en muchas semillas las cubiertas pueden inducir dormancia en el embrión (Dorne, 1981) debido a que previenen la hidratación de éste e inhiben la germinación (Vásquez y Pérez, citados por Somarriba y Ferreiro, 1984).

De igual manera el proceso de imbibición está determinado en primera instancia para la permeabilidad de la testa (Mayer y Poljakoff, 1966); la impermeabilidad al agua y/o a los gases, debida a las capas que rodean el embrión, es común en la familia de las leguminosas (Fordhan, citado por Vásquez y Pérez, 1977) y está asociada también con las familias Malvaceae, Convolvulaceae, Geraniaceae, Chenopodiaceae, Solanaceae y Convallariaceae (Crocker y Barton, citados por Warcup, 1980).

En muchas semillas la germinación puede acelerarse por remoción o ruptura de las capas que la rodean, alterándose de esta manera la limitación que puedan imponer sobre el proceso mismo (Leopold y Kriedemann, 1978). Para ello las semillas se frotan contra superficies abrasivas como lija o piedra de carbonato de silicio (SiCO_3) (Popinigis, 1977).

De otra parte, la dormancia debida a la cubierta seminal se puede eliminar tratando las semillas con ácidos (Leopold y Kriedeman, 1978); con este propósito se sumergen en ácido sulfúrico concentrado por determinado tiempo y luego se lavan con agua corriente (Popinigis, 1977; Hess, 1980). También se emplean los ácidos clorhídrico y nítrico al 50% (Vásquez y Pérez, citados por Somarriba y Ferreiro, 1984). Adicionalmente la tiourea se constituye en otro producto químico de importancia para estimular la germinación y superar la dormancia (Leopold y Kriedemann, 1978).

Según Thomson (1979) se ha visto que la latencia de gramíneas se puede eliminar disolviendo nitrato en el agua del suelo sobre el cual se siembran las semillas. Leopold y Kriedemann, (1978) mencionan la efectividad del nitrato de potasio para el incremento de la germinación, empleándose en algunas oportunidades en las pruebas de germinabilidad.

El pre-enfriamiento es un método efectivo para inducir la germinación de semillas (Miller, citado por Shafig, 1981). Mediante el empleo de una estratificación fría a temperatura quizás sobre unos 0°C y un sustrato húmedo, es posible anular obstáculos impuestos por inhibidores y así hacer germinar el embrión (Hess, 1975, 1980).

Este método se usa para promover la germinación de plantas leñosas (Jaynes, citado por Duncan y Bilderback, 1982), especies forestales como el pino (Murphy y Noland, 1982) y árboles frutales (Popinigis, 1977) como el manzano (Sinska y Lewak, citados por Balboa, 1980) en el cual el inicio del proceso germinativo está determinado por los cambios en los niveles de giberelinas debidos a la estratificación.

En semillas de algunas gramíneas forrajeras y de hortalizas el empleo de bajas temperaturas se constituye en un método eficaz para eliminación de la dormancia mediante imbibición por espacio de tres a siete días entre 5 y 10°C. De igual manera en semillas de plantas de las familias Rosaceae, Juglandaceae y Pinnaceae, generalmente es necesaria la estratificación; para ello deben ser colocadas en un sustrato que retenga agua, propicie la aireación y carezca de sustancias tóxicas. Las temperaturas empleadas oscilan entre 2 y 7°C y el tiempo de tratamiento varía de unas semanas a varios meses (Popinigis, 1977).

Actualmente en Colombia los bosques naturales se encuentran reducidos a algunos restos localizados en las pendientes más fuertes de las montañas y tienen valor como bosques de protección. En el Departamento de Caldas se han experimentado unas 25 especies exóticas y 15 nativas con el fin de conocer su potencial para ser usadas en programas de reforestación, siendo la más recomendada y utilizada la nativa *Alnus acuminata* H.B.K. (Sicco, 1971). Se caracteriza especialmente por presentar nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico, lo cual hace que se constituya en una especie mejoradora del suelo (Tarrant y Trappe, 1971; Falla, 1973).

En virtud del desconocimiento que existe sobre el aliso, *Alnus acuminata*, en relación con diversos aspectos de tipo biológico, se estableció como objetivo específico de este trabajo evaluar la efectividad del pre-enfriamiento y la escarificación tanto química como mecánica, sobre el porcentaje de germinación e índice de germinabilidad.

MATERIALES Y METODOS

Colección del material.

Se recolectaron estróbilos femeninos maduros procedentes de árboles de *A. acuminata* sembrados hace 30 años en la Nabarra, Hoya Hidrográfica del Río Blanco, cerca de Manizales (Departamento de Caldas).

Los estróbilos colectados se colocaron sobre papel periódico para obtener las semillas (Véase Ruiz y Orozco, 1986).

Pruebas de germinación.

Las semillas empleadas en los ensayos se desinfectaron previamente mediante inmersión en Hipoclorito de Sodio al 10% por espacio de 10 minutos, enjuague con alcohol al 70% y posterior lavado con agua destilada por tres veces.

Para la evaluación del efecto de pre-enfriamiento sobre el porcentaje de germinación se establecieron 4 tratamientos con 5 replicas de 20 semillas cada uno, las cuales se germinaron en cajas estériles sobre un círculo de papel de filtro y espuma sintética de poliuretano desinfectada, se humedecieron luego con dos mililitros de agua destilada y finalmente se llevaron a nevera a 3°C como sigue:

Tratamientos	Tiempo de enfriamiento
1	4 Días
2	8 Días
3	12 Días
4	Control

TABLA 1

Tratamientos empleados para evaluar el efecto de pre-enfriamiento sobre el porcentaje de germinación de *A. acuminata*

Las cajas guardadas en nevera se cubrieron con papel de aluminio. Transcurrido el tiempo de enfriamiento se llevaron a condiciones normales para la germinación, fecha a partir de la cual se tomaron los registros semanales.

Para la investigación de los efectos de la cubierta del fruto sobre la capacidad de germinación, se aplicaron 10 tratamientos de escarificación de tipo químico y mecánico con 5 replicas de 20 semillas cada una así:

Tratamientos	Sustancia	Concentración	Tiempo
1	HCl	10%	10 minutos
2	HCl	20%	10 minutos
3	H ₂ SO ₄	10%	10 minutos
4	H ₂ SO ₄	20%	10 minutos
5	KNO ₃	1%	2 horas
6	KNO ₃	10%	2 horas
7	Tiourea	1%	2 horas
8	Tiourea	10%	2 horas
9	Escarificación mecánica		
10	Control		

TABLA 2

Tratamientos empleados para evaluar el efecto de escarificación química y mecánica sobre el porcentaje de germinación de *A. acuminata*.

Las semillas escarificadas químicamente se lavaron con agua esteril y se sembraron de la forma señalada en el primer ensayo.

La escarificación mecánica se efectuó mediante punción con aguja de cada una de las semillas, siguiendo luego el procedimiento empleado en las pruebas de germinación.

Los datos de germinación se evaluaron entre 1 y 6 semanas a partir de la siembra, retirando las semillas germinadas en cada observación.

Los resultados se expresaron en porcentaje de germinación y se transformaron a Log X, efectuando con estos valores los respectivos análisis de varianza y pruebas de significancia. Se empleó un diseño completamente al azar con cinco replicaciones por cada tratamiento. Además se obtuvo el Índice de germinabilidad el cual es un parámetro que permite establecer la velocidad de emergencia de las plántulas en el campo. Para su determinación véase Ruiz y Orozco (1986).

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de pre-enfriamiento.

En la Figura 1 se observan los porcentajes de germinación obtenidos con los tratamientos de pre-enfriamiento; en ella se observa que el mejor resultado se obtuvo sometiendo las semillas a un enfriamiento por espacio de 8 días, seguido de las tratamientos con enfriamiento por 12 días, control sin enfriamiento y finalmente el tratamiento de enfriamiento por 4 días. En general el comportamiento de la curva para todos los tratamientos fue similar. Se observó que la emergencia de la radícula ocurrió entre la primera y sexta semanas de muestreo.

La Figura 2 detalla los resultados del porcentaje acumulado de germinación para cada uno de los tratamientos empleados, en función del control sin enfriamiento. Como se señaló anteriormente la mejor respuesta se alcanzó con el tratamiento de pre-enfriamiento por 8 días cuyo porcentaje acumulado fue del 67%, valor alto en comparación con un 52% correspondiente al tratamiento con enfriamiento por 12 días y con el 48% del control. Solamente el tratamiento correspondiente al enfriamiento por 4 días arrojó resultados inferiores a los obtenidos con el control (32%) y fue por lo tanto el tratamiento menos efectivo.

El análisis de varianza (ANOVA) para el efecto preliminar de pre-enfriamiento sobre el porcentaje de germinación presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos. La Prueba de Duncan a su vez confirmó los resultados hasta aquí mencionados, ya que a nivel estadístico los promedios correspondientes al pre-enfriamiento de 8 y 12 días respectivamente, fueron iguales y presentaron los mayores porcentajes de germinación. De la misma manera los tratamientos de enfriamiento por 12 días y el control fueron iguales, en tanto que el tratamiento de pre-enfriamiento por 4 días originó el por-

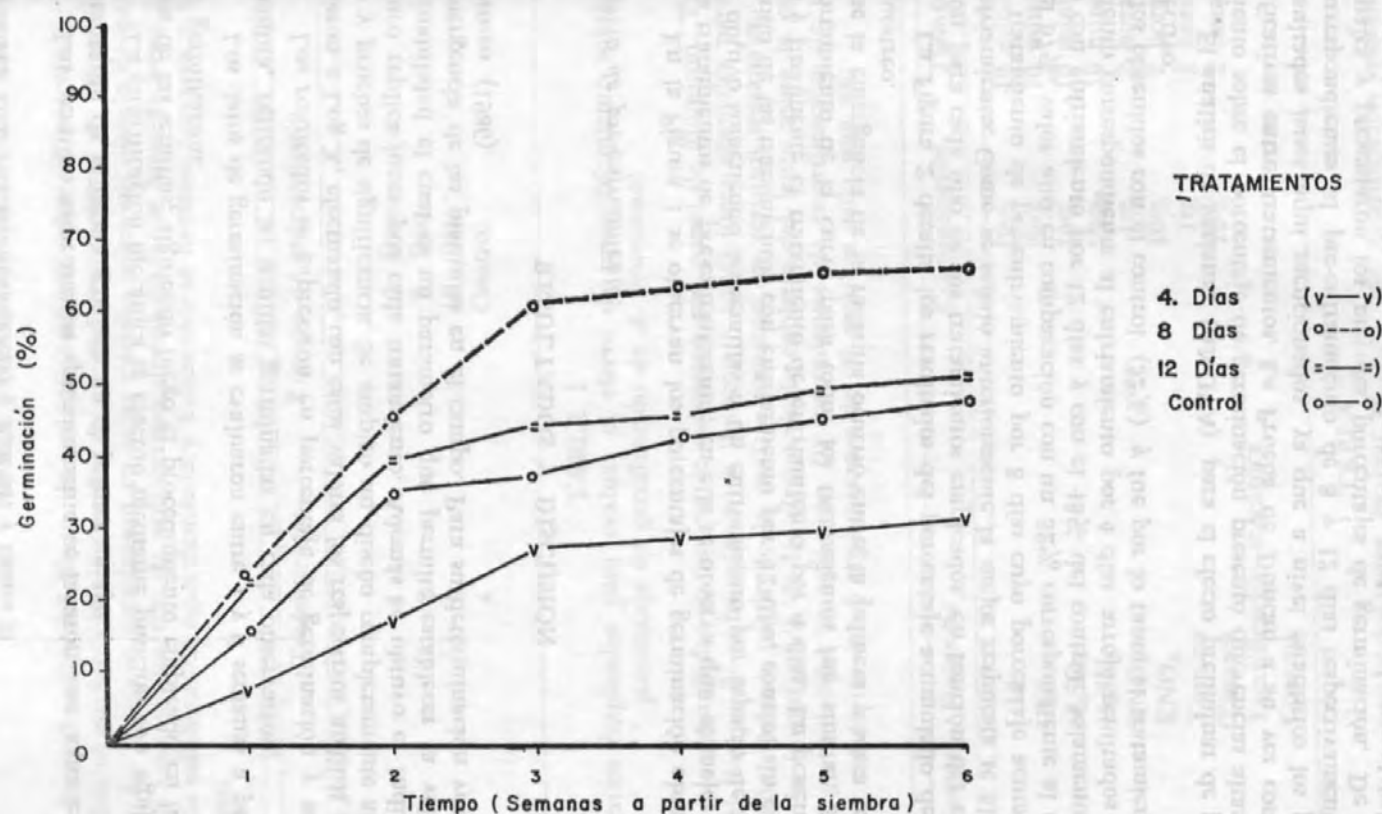


Fig. 1 - GERMINACION DE Alnus acuminata EFECTO DE PRE-ENFRIAMIENTO.

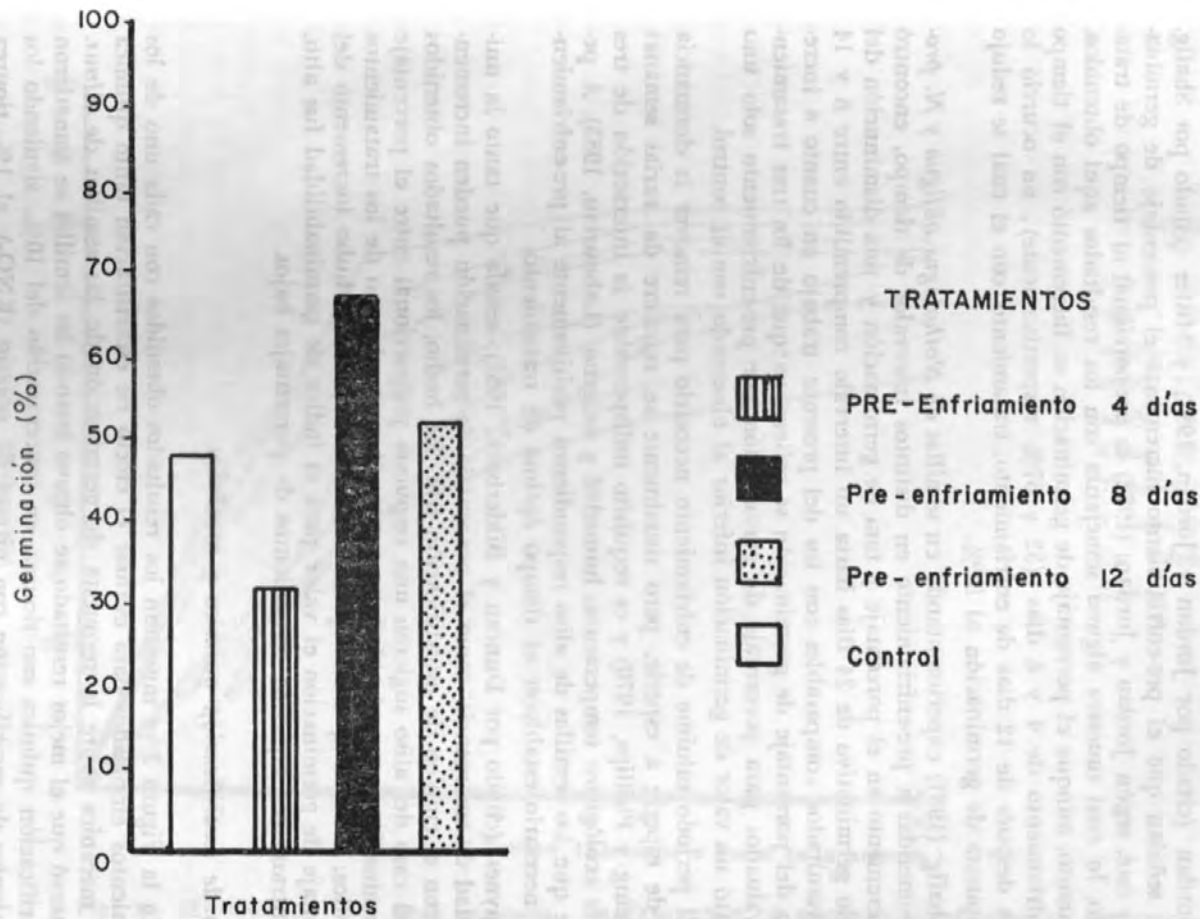


Fig. 2 - PORCENTAJE DE GERMINACION DE Alnus acuminata. EFECTO DE PRE-ENFRIAMIENTO

centaje de germinación más bajo y su valor promedio fue diferente estadísticamente al de los restantes tratamientos.

Resultados muy similares se obtuvieron tanto en el Análisis de Varianza como en la Prueba de Duncan, para el efecto de pre-enfriamiento sobre el índice de germinabilidad.

Jordan (citado por Jordan y Jordan, 1982) y Miller (citado por Shafig, 1981) señalan que el pre-enfriamiento incrementa el porcentaje de germinación y éste, según Jordan y Jordan (1982) es proporcional al tiempo de tratamiento, lo cual muestra alguna semejanza con los resultados aquí obtenidos, por cuanto, aunque el porcentaje de germinación se incrementó con el tiempo de enfriamiento de 4 y 8 días (32 y 67% respectivamente), no ocurrió lo mismo después de 12 días de enfriamiento, tratamiento con el cual se redujo la respuesta de germinación al 52%.

Shafig (1981) experimentando en semillas de *Nothofagus obliqua* y *N. procera* sometidas a pre-enfriamiento en distintos intervalos de tiempo, encontró un incremento en el porcentaje y tasa de germinación y una disminución del período germinativo de 24 días hasta un intervalo comprendido entre 8 y 14 días, resultados comparables con los del presente trabajo en cuanto a incremento del porcentaje de germinación se refiere, ya que de los tres tratamientos evaluados para porcentaje de germinación por pre-enfriamiento solo uno presentó un valor de germinación inferior al observado con el control.

El período mínimo de enfriamiento necesario para remover la dormancia varía de especie a especie, pero usualmente se requiere de varias semanas (Wareing y Phillips, 1970) y es requisito indispensable la interacción de tres factores ecológicos: temperatura, humedad y oxígeno (Labouriau, 1983). A pesar de que las semillas de aliso respondieron positivamente al pre-enfriamiento, es necesario establecer el tiempo óptimo de tratamiento.

Jaynes (citado por Duncan y Bilderback, 1982) señala que tanto la uniformidad de emergencia como el porcentaje de germinación pueden incrementarse con el empleo de estratificación fría. De hecho, los resultados obtenidos para el caso del aliso sugieren una respuesta proporcional entre el porcentaje de germinación y la velocidad de emergencia en cada uno de los tratamientos evaluados, es decir que en aquellos tratamientos donde hubo incremento del porcentaje de germinación el valor para el índice de germinabilidad fue alto, en contraste con aquellos tratamientos de porcentajes bajos.

Efecto de escarificación química y mecánica.

En la Figura 3 se muestran los resultados obtenidos con cada uno de los tratamientos empleados para evaluar el efecto de escarificación tanto química como mecánica sobre la respuesta de germinación de las semillas de *Alnus*. Se observó que el mejor resultado se obtuvo cuando las semillas se sometieron a escarificación química con tiourea en concentración del 10%, siguiendo los tratamientos de escarificación con nitrato de potasio (KNO_3) al 1%, tiourea

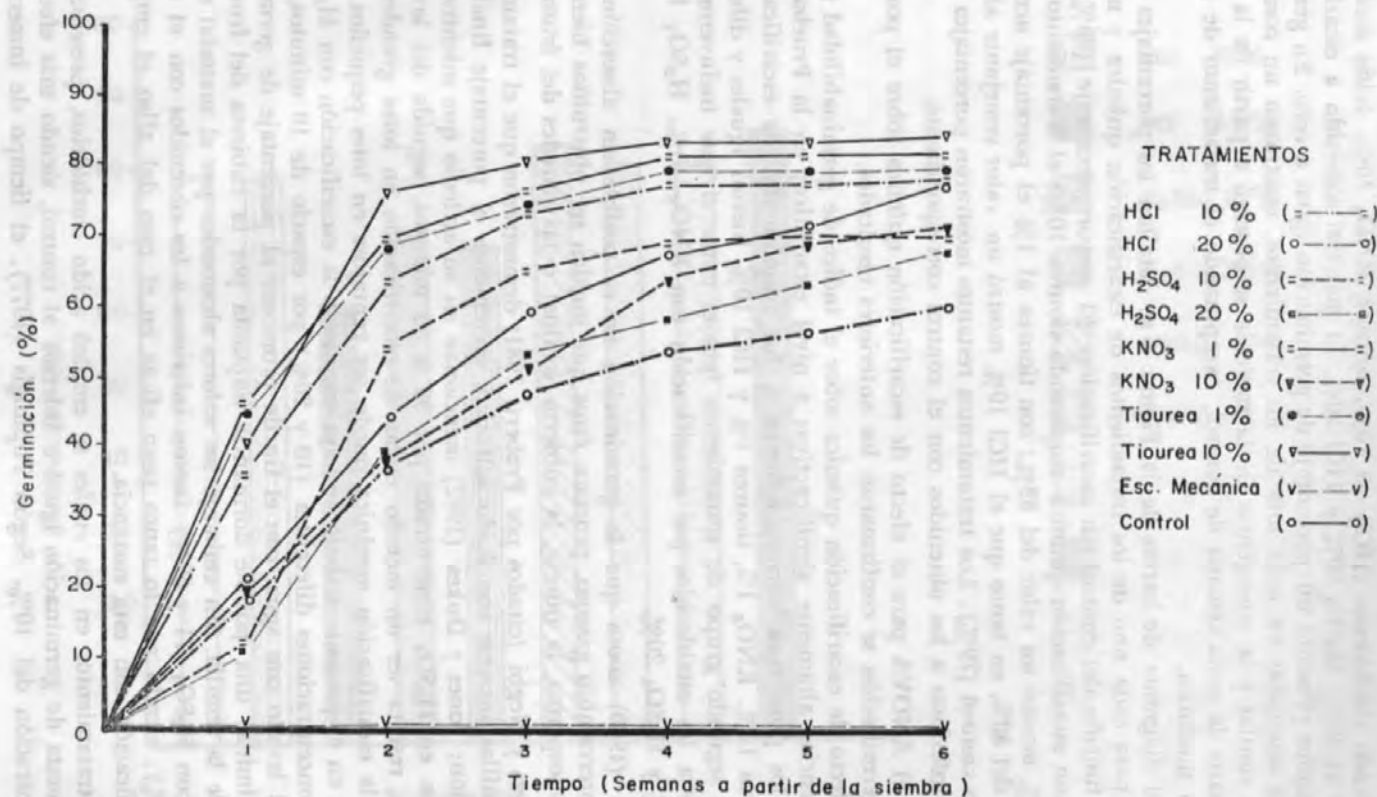


Fig. 3 - GERMINACION DE *Alnus acuminata*. TRATAMIENTOS DE ESCARIFICACION QUIMICA Y MECANICA

al 1%, ácido clorhídrico (HCl) al 10%, control, KNO_3 10%, ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 10%, H_2SO_4 20% y HCl 20%. El material sometido a escarificación mecánica presentó un porcentaje de germinación igual a cero. En general las curvas obtenidas en cada uno de los tratamientos, mostraron un comportamiento similar y la emergencia de la radícula se observó a partir de la primera y hasta la sexta semana de control, exceptuando el tratamiento de escarificación mecánica.

En el diagrama de barras de la Figura 4 se detallan los porcentajes acumulados para cada uno de los tratamientos de escarificación química y mecánica, en función del control sin escarificación. El mayor porcentaje (85%) se alcanzó con escarificación química empleando tiourea 10%; el tratamiento con KNO_3 1% mostró un valor del 83%; con tiourea al 1% el porcentaje acumulado fue del 80%, en tanto que el HCl 10% mostró un valor semejante al del respectivo control (79%). Los tratamientos restantes mostraron porcentajes acumulados inferiores a los obtenidos con el control correspondiente.

Con el ANOVA para el efecto de escarificación química sobre el porcentaje de germinación se confirmaron los anteriores resultados.

El efecto de escarificación química sobre el índice de germinabilidad mostró diferencias altamente significativas a nivel estadístico; en la Prueba de Duncan los promedios correspondientes a los tratamientos de escarificación con tiourea 10%, KNO_3 1%, tiourea 1% y HCl 10% fueron iguales y diferentes a un segundo grupo de tratamientos iguales entre sí que incluyeron al control y a los establecidos por escarificación con KNO_3 10%, H_2SO_4 10%, HCl 20% y H_2SO_4 20%.

Hess (1980) anota que la germinación no es posible sin absorción de agua e intercambio gaseoso, procesos éstos que pueden ser obstruidos bien sea por el endosperma, la nucela, la cubierta seminal o las paredes del fruto.

Kollers y Negbi (citados por Probert, 1981) demostraron que el tratamiento de semillas intactas con ácido sulfúrico, incrementa el porcentaje final de germinación; Jones y Dukes (1982) mencionan en su artículo que mientras la imbibición en H_2SO_4 concentrado por 30 a 45 minutos, seguida del lavado con agua, resulta ser un método eficaz de escarificación en lotes grandes de semillas, la escarificación mecánica puede ser ventajosa en lotes pequeños. De aquí que en el presente trabajo se haya empleado la escarificación con H_2SO_4 en dos concentraciones diferentes (10 y 20%) por espacio de 10 minutos, seguida del lavado con agua, con el fin de promover el porcentaje de germinación o eliminar una posible dormancia impuesta por la cubierta del fruto o la testa de la semilla. Sin embargo los valores alcanzados por el material escarificado con H_2SO_4 (71 y 69%) fueron inferiores a los obtenidos con el control (79%), siendo por lo tanto poco eficaz en el caso del aliso el empleo de escarificación con esta sustancia.

Los tratamientos en los cuales se empleó ácido clorhídrico, presentaron una respuesta de germinación igual e inferior al control, siendo más efectiva la concentración del 10%. Según Popinigis (1977), el tiempo de inmersión

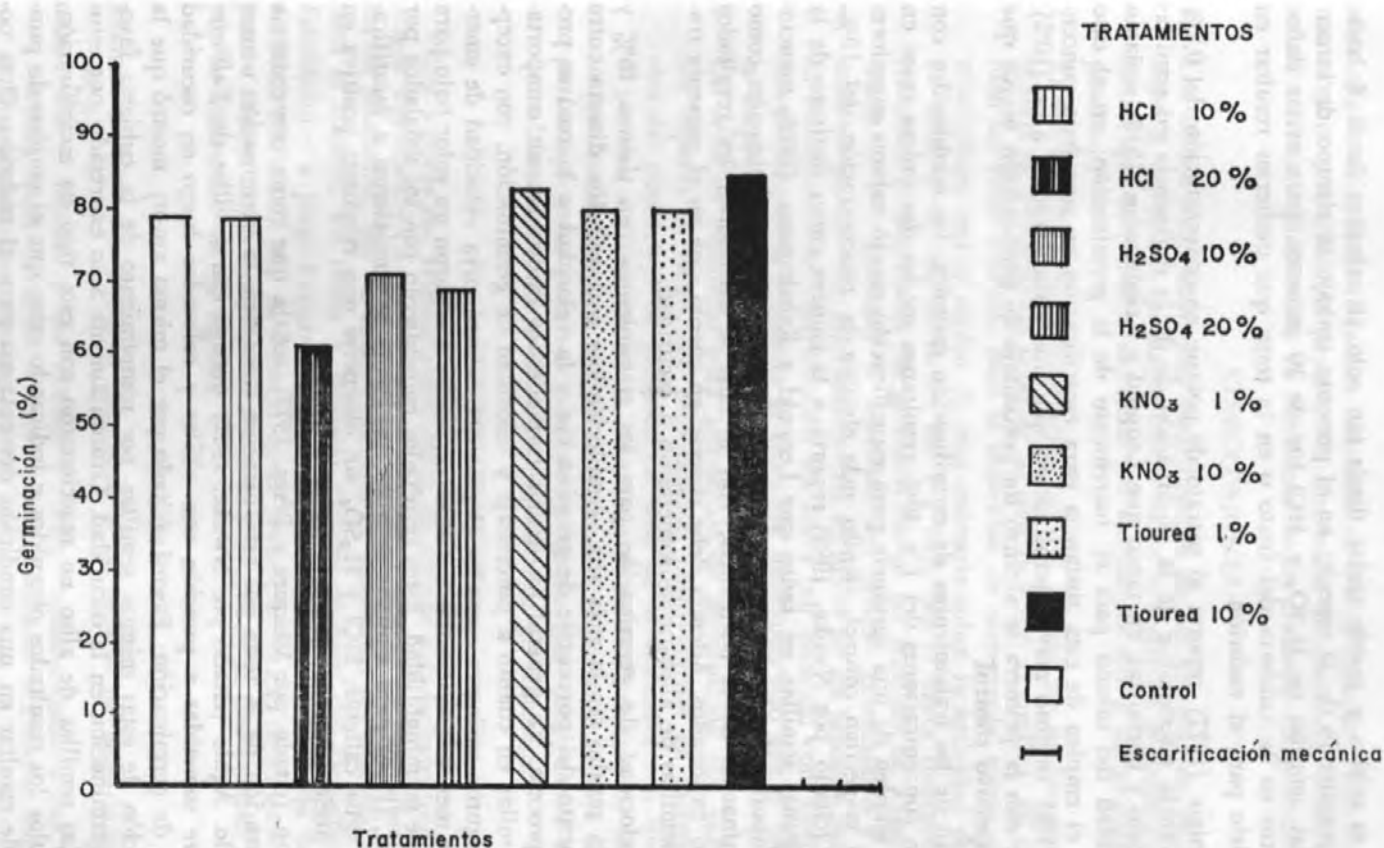


Fig. 4 - PORCENTAJE DE GERMINACION DE *Ainus acuminata*. EFECTO DE ESCARIFICACION QUIMICA Y MECANICA

en ácido es crítico y puede variar desde tan solo 10 minutos hasta 6 horas o más dependiendo de la especie; en el presente trabajo el tiempo de inmersión de las semillas en H_2SO_4 y HCl fue de 10 minutos, para evitar daños muy severos en la cubierta del fruto o en la testa que pudieran resultar en un perjuicio para el embrión.

Popinigis (1977) reporta al nitrato de potasio en concentración del 0,2% como sustancia responsable de la eliminación de la dormancia en semillas de gramíneas y hortalizas, en tanto que Leopold y Kriedemann (1978) señalan la efectividad del mismo para el incremento de la germinación; en el caso del aliso el empleo de esta sustancia para escarificación en una baja concentración (1%) originó mayor germinación que una concentración alta (10%), dado que con la primera se alcanzó un porcentaje de germinación mayor que el del respectivo control.

Dentro de los tratamientos de escarificación química, los establecidos con tiourea en concentraciones del 1 y 10% resultaron ser los dos únicos casos en donde el empleo de una sustancia para escarificación arrojó valores superiores a los del respectivo control, siendo más efectiva la concentración del 10%. Wareing (citado por Nwoke, 1982) reporta a la tiourea como sustituto de la luz en algunas semillas, en tanto que Leopold y Kriedemann (1978) mencionan la importancia de ésta tanto para estimulación de la germinación como para eliminación de la dormancia, con lo cual se corroboran los resultados hasta aquí expresados. Además debe tenerse en cuenta que en el presente trabajo las semillas de aliso no se sometieron a oscuridad.

La velocidad de germinación para los tratamientos con tiourea 10% y KNO_3 1% resultó ser la más alta, estableciéndose una relación directa entre el incremento del porcentaje de germinación y la velocidad a lo cual se presentó el proceso. En general los demás tratamientos mostraron un comportamiento similar en cuanto a porcentaje y velocidad de germinación, con excepción de algunas variantes como en el caso del control cuya velocidad de emergencia fue menor. Las semillas tratadas con ácidos mostraron un valor bajo para el índice de germinabilidad. Estos resultados coincidieron con los señalados por Sicco *et al.* (1965) para semillas de aliso, las cuales se sometieron a escarificación con agua caliente, HCl y H_2SO_4 sin obtenerse una respuesta positiva en cuanto a aceleración del proceso germinativo.

Barton (citado por Vásquez y Pérez, 1977) señala que como consecuencia de la alteración de la testa por escarificación mecánica, la germinación ocurre más rápido. Agble (citado por Nwoke, 1982) obtuvo con semillas de *Talinum triangulare* sometidas a punción con alfiler y colocadas luego en oscuridad un 100% de germinación; Fawusi (citado por el mismo autor) mostró que la escarificación de estas mismas semillas por rompimiento de la cubierta favorecía la germinación en la oscuridad. Contrariamente a lo expresado por estos autores, las semillas de aliso no reaccionaron con este tipo de escarificación, siendo nulos los resultados obtenidos e indicando estos que el empleo de punción puede resultar en una condición desventajosa para el embrión. Otra po-

sible explicación de la respuesta obtenida, es que la punción de la testa puede provocar la activación de procesos de liberación de sustancias inhibitorias presentes en ésta o la difusión de hormonas hacia el medio de germinación.

CONCLUSIONES

1. Los ácidos empleados para escarificación de las semillas de aliso (HCl y H_2SO_4) no ejercieron mayor efecto sobre la respuesta germinativa, lo cual indica que la cubierta del fruto y/o semilla no son el factor limitante del proceso.
2. El uso de KNO_3 en concentración del 1% originó un incremento del porcentaje de germinación superior al obtenido con el control, así como también un valor más alto para la velocidad de emergencia, efecto que puede relacionarse con la acción de esta sustancia sobre la actividad metabólica.
3. La tiourea en concentración del 1 y 10% fue la única sustancia que incrementó el porcentaje de germinación en las semillas de aliso; esta sustancia al 10% aumentó la velocidad del proceso germinativo y su efecto también puede estar relacionado con el inicio de los procesos metabólicos.
4. El tratamiento de escarificación mecánica por punción con aguja inhibió completamente la respuesta germinativa indicando esto que el tratamiento es inapropiado en semillas de aliso.
5. Las semillas evaluadas para porcentaje de germinación con enfriamiento por espacio de ocho días respondieron positivamente en incremento, no solo del porcentaje de germinación sino de la velocidad con que ocurrió el proceso, a diferencia de lo observado con el tratamiento de enfriamiento por cuatro días con el cual se obtuvo la respuesta más baja tanto para porcentaje como para velocidad de la misma, por consiguiente el tiempo de enfriamiento influye sobre la respuesta de germinación.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras del trabajo manifiestan su sincero agradecimiento a los Ingenieros Agrónomos Germán López y Gonzalo Cardona de las Empresas Públicas de Manizales, por su colaboración en el suministro del material requerido para el trabajo, así como a Benigno Lozano profesor del Departamento de Estadística y a Jorge Leguizamón Ingeniero del Centro de Cálculo de la Universidad Nacional, por su asesoría en la parte estadística; finalmente al dibujante Germán López del Departamento de Biología de la Universidad Nacional, por la realización de las figuras.

BIBLIOGRAFIA

- BALBOA, O. (1980). Distribution of gibberellins in the seeds of two apple cultivars. *Fiton*, 39: 1-6.
- DASGUPTA, J., DEREK, J. and YEUNG, E. (1982). Desiccation-tolerant and desiccation-intolerant stages during the development and germination of *Phaseolus vulgaris* seeds. *J. Exp. Bot.* 33 (136): 1045-1057.

- DORNE, A. (1981). Variation in seed germination inhibition of *Chenopodium bonus-henricus* in relation to altitude of plant growth. *Car. J. Bot.*, 59: 1893-1901.
- DUNCAN, P. and BILDERBACK, T. (1982). Effects of irrigation systems, gibberellic acid, and photoperiod on seed germination of *Kalmia latifolia* L. and *Rhododendron maximum* L. *Hort Science*, 17 (6): 916-917.
- FALLA, A. (1973). Monografía del *A. jorullensis* H.B.K. Mecanografiado. Bogotá. 9p.
- HESS, D. (1980). Fisiología vegetal. Barcelona, Omega. pp. 301-315.
- . (1975). *Plant Physiology*. New York, Springer-Verlag Berlin. pp. 250-259.
- JONES, A. and DUKES, P. (1982). Longevity of stored seed of sweet potato. *Hort Science*, 17 (5): 756-757.
- JORDAN, L. and JORDAN, J. (1982). Effects of pre-chilling on *Convolvulus arvensis* L. seed coat and germination. *Annals of Botany*, 49 (3): 421-423.
- LABOURIAU, L. (1983). A germinacao das sementes. Washington, Secretaria General de la OEA. Monografía 24. 174 p.
- LEOPOLD, A. and KRIEDEMANN, P. (1978). *Plant growth and development*, 2ed. New Delhi, Mc Graw Hill. pp. 223-247.
- MAYER, A. and POLJAKOFF, M. (1966). *The germination of seeds*. London, Pergamon Press. 236 p.
- MURPHY, J. and NOLAND, T. (1982). Temperature effects on oxidative metabolism of dormant sugar pine seeds. *Plant. Physiol.*, 70 (5): 1410-1412.
- NWOKE, F. (1982). Effects of photoperiod on germination of seeds of *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd. *Annals of Botany*, 49 (1): 23-29.
- POPINIGIS, F. (1977). Fisiología da semente. Agr. Brasília. Ministerio da Agricultura Agiplan, Banco Interamericano de desenvolvimiento. 289 p.
- PROBERT, R. (1981). The promotive effects of a mould, *Penicillium funiculosum* Thom. on the germination of *Oryzopsis miliacea* (L.) Asch. et Schw. *Annals of Botany*, 48 (1): 85-88.
- RUIZ, C. y OROZCO, M. (1986). Efectos de la luz y los reguladores del crecimiento sobre el porcentaje de germinación de *Alnus acuminata* H.B.K. (Betulaceae). *Pérez Arbelaezia* 1 (2): 211-224.
- SHAFIQ, Y. (1981). Effect of gibberellic acid (GA_3) and prechilling on germination percent of *Nothofagus obliqua* Mirb. and *N. procera* Oerts. seeds Turrialba, 31 (4): 365-368.
- SICCO, G., VENEGAS, L. y MUÑOZ, V. (1965). Informe forestal del departamento de Caldas. IV. Monografía del *A. Jorullensis* H.B.K. de Caldas. Manizales, Fondo de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras. Sector Forestal. pp. 76-152.
- . (1971). Notas silviculturales sobre el *A. Jorullensis* de Caldas, Colombia. Turrialba, 21 (1): 83-88.
- SOMARRIBA, E. y FERREIRO, O. (1984). Efecto de tres tratamientos pregerminativos sobre la germinación y viabilidad de las semillas de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Turrialba, 34 (1): 99-101.
- TARRANT, R. and TRAPPE, J. (1971). The role of alnus in improving the forests environment. *Plant and Soil*, Special Volume. pp. 335-348.
- THOMSON, J. (1979). Introducción a la tecnología de las semillas. España, Acribia. 301 p.
- VASQUEZ, C. y PEREZ, B. (1977). Notas sobre la morfología, la anatomía de la testa y la fisiología de las semillas de *Enterolobium cyclocarpum*. Turrialba, 27 (4): 427-430.
- WARCUP, J. (1980). Effect of heat treatment of forest soil on germination of buried seed. *Aust. J. Bot.*, 28 (5): 567-571.
- WAREING, P. and PHILLIPS, J. (1970). *The control of growth and differentiation in plants*. New York, Pergamon Press. pp. 223-254.