

TRATAMIENTOS DE POSCOSECHA EN ÁRBOLES DE NAVIDAD DE *Pinus ayacahuite* Ehren Y *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco

José Guadalupe Álvarez Moctezuma¹, María Teresa Colinas León², Jaime Sahagún Castellanos², Aureliano Peña Lomelí² y José Luis Rodríguez De la O²

RESUMEN

En México se consumen alrededor de 1,700,000 árboles de Navidad al año, pero en su manejo poscosecha el principal problema es la pérdida de hojas por deshidratación, lo que es especialmente crítico porque las yemas continúan creciendo. Múltiples estudios han evaluado la eficacia de antitranspirantes en especies forestales, pero los resultados han sido inconsistentes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de varios tratamientos (dos antitranspirantes e inmersión de la base del tronco en agua) para alargar la vida de *Pinus ayacahuite* y *Pseudotsuga menziesii* en poscosecha, procedentes de Terrenate, Tlaxcala y Huayacocotla, Veracruz. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos repeticiones, en donde las variables consideradas fueron: peso inicial y final, peso final de hojas desprendidas, humedad total y de ramillas, y color. Se hizo análisis de varianza y compararon medias. Los resultados indican que el mejor tratamiento fue la inmersión de la base del tronco en agua, con lo que disminuyó la cantidad de hojas desprendidas, se mantuvo la humedad total del árbol y de ramillas, y se registró un menor cambio de cromaticidad, matiz y luminosidad de las acículas. La respuesta más destacada se observó en *Pseudotsuga menziesii* procedente de Terrenate, Tlaxcala.

Palabras clave: Antitranspirantes, árboles de Navidad, pérdida de agua, *Pinus ayacahuite*, poscosecha, *Pseudotsuga menziesii*.

Fecha de recepción: 12 de diciembre de 2008.

Fecha de aceptación: 20 de noviembre de 2009.

¹División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Correo-e: jogualmo@correochapingo.mx.

²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

ABSTRACT

A major problem in postharvest-management of Christmas trees is leaf loss due to dehydration or water loss. Many studies have been carried out to determine the efficacy of antitranspirants in forest species, but they revealed inconsistent results. In Mexico, buds of Christmas-trees that have been cut down keep growing, thus postharvest management is more difficult in terms of water and leaf maintenance. The aim of this research was to assess the effect of postharvest treatments (two kinds of antitranspirants and immersion of trunk base in water), to improve postharvest conditions in two provenances of *Pinus ayacahuite* and *Pseudotsuga menziesii* (Terrenate, Tlaxcala and Huayacocotla, Veracruz). A completely randomized design was used with two replicates and the variables measured were initial and final weight, final weight of abscised leaves, total humidity, twig humidity, as well as leaf color. Analyses of variance and comparisons of means were performed. The best treatment was the immersion of the trunk base in water, which reduced the fall of leaves, maintaining total and twig humidity with a slight chromaticity and luminosity-changes of leaves. The best results were found in *Pseudotsuga menziesii* from Terrenate, Tlaxcala.

Key words: Antitranspirants, Christmas trees, water loss, *Pinus ayacahuite*, postharvest, *Pseudotsuga menziesii*.

INTRODUCCIÓN

En México se consumen alrededor de 1,700,000 árboles de Navidad al año, de los cuales aproximadamente un millón son *Cupressus* L., 500,000 *Pinus* L., 200,000 *Pseudotsuga* Carrière y 10,000 *Abies* Mill. (SEMARNAT, 2003). El área dedicada en la actualidad al cultivo de árboles de Navidad supera las 1,200 ha. La producción anual promedio es superior a 700 mil unidades, por lo que aún se debe importar hasta un millón de árboles de Navidad por año. Se espera que la superficie plantada, crezca hasta alcanzar unas 5,000 ha para el año 2010, con lo que se podría abastecer el mercado nacional y exportar a Centroamérica y a los Estados Unidos de América (EUA) (Comisión Nacional Forestal, 2009).

Alrededor de estas actividades se generan muchos empleos directos e indirectos a fin de año, en los que están involucrados revendedores, productores de esferas y artesanos, entre otros. Actualmente, existen en México cerca de 750 productores de árboles de Navidad, de los cuales 500 aproximadamente, los cultivan en viveros especializados y el resto en plantaciones forestales comerciales, de ellos, un buen número cuentan con apoyos del Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (Comisión Nacional Forestal, 2009).

Es importante señalar que para el establecimiento de las plantaciones dedicadas a este fin no necesitan de grandes superficies, ya que se pueden establecer 7,000 árboles h⁻¹, lo cual permite que el nivel de inversión requerido sea asequible para pequeñas unidades familiares, cuestión que es importante en regiones donde la tenencia de la tierra está muy pulverizada. A partir de que los árboles se han establecido en el terreno, su mantenimiento es poco demandante, en términos de riegos de auxilio, control fitosanitario y podas de formación sistemáticas (Comisión Nacional Forestal, 2009).

En la producción de árboles de Navidad se aprovechan especies nativas, con lo que se favorece su conservación (Álvarez *et al.*, 2007). Tal es el caso de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw, *Pseudotsuga macrolepis* Flous, *Pinus cembroides* Zucc., *Abies religiosa* (HBK.) Cham. & Schtdl. y *Pinus halepensis* Miller (Comisión Nacional Forestal, 2009). Pero además, se conserva el hábitat (referido a alimentación, abrigo, sitio reproductivo y generación de microclimas específicos) para un gran número de especies asociadas.

La importación de productos naturales implica un riesgo fitosanitario para nuestro país (Cámara de Diputados, 2006), pues traen consigo agentes que generan patogenicidad en los recursos nacionales. Los taxa de árboles de Navidad que ingresan al país con mayor frecuencia procedentes de EUAy Canadá son: *Abies balsamea* (L.) P. Mill., *Pinus resinosa* Ait., *P. sylvestris* L., *Juniperus virginiana* L., *Picea mariana* (Mill.) B.S.P. y *Pseudotsuga menziesii* (Comisión Nacional Forestal, 2009). En virtud de que estas especies están fuertemente emparentadas con las nativas del país, las plagas y enfermedades acarreadas pueden llegar a presentar un serio problema de sanidad en México. Los principales insectos plagas que se han registrado asociados a estas especies forestales son *Tomicus piniperda* L., *Lymantria dispar* L., *Pissodes strobi* Peck, *Rhyacionia bouliana* Schiff., *Contarinia* spp., *Adelges picea* Ratzeburg, *Mindarus abietinus* Koch, *Cinara* spp., *Phenacaspis (Chionaspis) pinifoliae* Fitch y *Nuculaspis californica* Coleman (Ojeda, 2009). Por lo anterior, fomentar la producción de árboles de Navidad en México representa una estrategia para evitar el ingreso de patógenos al país por este conducto.

Los árboles de Navidad se cultivan en suelos no aptos para la agricultura o la ganadería, debido principalmente a las pendientes pronunciadas; por ello, es factible regresar a uso forestal los terrenos carentes de cubierta arbórea o que son utilizados en actividades agropecuarias de baja productividad. Paralelamente, se favorece la captura de carbono y el amortiguamiento del impacto del cambio climático; además se disminuye la extracción clandestina de árboles pequeños y al final de la temporada navideña los ejemplares pueden ser transformados en composta y reincorporarlos al suelo.

La producción de árboles de Navidad es la actividad forestal más rentable (Torres, 2004), pues el precio de un ejemplar es superior en México que en Estados Unidos de América y Canadá; por ejemplo, un ejemplar de *Pseudotsuga menziesii* de 1.80 m se cotizó en diciembre del 2003 desde \$350.00 hasta \$450.00; mientras que en EUA un árbol de seis pies de la misma especie estaba cotizado desde 12.00 hasta 15.00 dólares. ¿Cómo puede ese país ofertar un precio tan bajo? Por un lado porque son subproductos de la industria maderera. Antes de iniciar el derribo de los árboles que van a aprovecharse para tablas, se eliminan las puntas en noviembre y diciembre; sin embargo, estas no tuvieron un manejo silvícola adecuado para producción de árbol de Navidad. Como que, no han sido podadas, tienen menos ramificaciones y, por consiguiente, son de menor calidad.

En Canadá se cortan las puntas después de que han iniciado las heladas, por lo tanto, se ha interrumpido el crecimiento de los árboles y no se necesita aplicar ningún producto para disminuir la transpiración. Canadá y EUA, exhiben inviernos en los que se presentan temperaturas de congelación continuas durante al menos tres meses al año. En contraste, la mayor parte de la superficie de la República Mexicana se ubica en la región climática tropical, dentro de los trópicos de Cáncer y Capricornio (entre los 23°27' de latitud N y S). En las zonas montañosas el invierno se caracteriza por presentar una oscilación térmica diaria muy pronunciada debido a la alta intensidad luminosa y las temperaturas de congelación se manifiestan por minutos o pocas horas, mientras que en el resto del día hay temperaturas adecuadas para el crecimiento vegetal. Las yemas de los árboles de Navidad cortados siguen creciendo durante el invierno y por lo tanto siguen transpirando y se requiere algún tratamiento para evitar la deshidratación de yemas.

El principal problema que se debe afrontar en el manejo poscosecha de árboles de Navidad es la pérdida de agua. Según Chastagner (1985) un individuo cortado de 1.80 m de *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) Lindl. o *Pseudotsuga menziesii*, bajo condiciones húmedas, pierde hasta 2.84 litros de agua en 24 horas. Por lo tanto, es indispensable para los productores determinar los medios para reducir el estrés hídrico para extender la vida en poscosecha (Duck *et al.*, 2003).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de varios tratamientos poscosecha (dos tipos de antitranspirantes e inmersión en agua de la base del tronco) para alargar la vida poscosecha en árboles de Navidad de *Pinus ayacahuite* y *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Mayr) Franco.

MATERIALES Y MÉTODOS

La localidad de Terrenate se ubica a los 19° 27' latitud norte y 97° 55' longitud oeste; el clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano con una precipitación media anual de 1,141 mm y lluvias escasas de noviembre a marzo; los meses más calurosos son abril y mayo, laderas protegidas de los fuertes vientos y casi siempre suelos profundos (Gobierno del Estado de Tlaxcala, 2008).

Huayacocotla se localiza a los 20° 32' de latitud norte y 98° 29' de longitud oeste; la topografía en la zona es muy accidentada. El clima es semifrío húmedo con lluvias en verano y una precipitación media anual de 1,380 mm (Domínguez, 1986).

Los árboles utilizados se plantaron en las parcelas de producción en 1994 (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*) y 1995 (*Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roehl) Shaw) ubicadas en Terrenate, Tlaxcala (T) y Huayacocotla, Veracruz (V) para cada especie, los cuales tuvieron un manejo cultural similar previo a la cosecha.

El experimento se condujo de noviembre de 2004 a febrero de 2005. Los árboles fueron cortados, empaquetados y transportados el mismo día al Laboratorio de Floricultura del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo en Texcoco, Estado de México. Se seleccionaron árboles con similar área foliar. La altura se fijó en 1.5 m, previo a los tratamientos. Las condiciones ambientales en el laboratorio fueron de $16.5 \pm 4.5^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 25\%$ de HR y 11.5 ± 0.5 horas de luz natural ($20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) durante 70 días.

La unidad experimental se identificó con cada árbol. Los factores que se evaluaron fueron: tipo de antitranspirante, inmersión de la base del tronco en tres litros de agua, dos especies y dos procedencias con dos repeticiones.

Los árboles fueron distribuidos en un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial a los tratamientos.

Los tres niveles del antitranspirante aplicados al follaje hasta punto de goteo un día después del corte fueron los siguientes: 1) 100 mL de agua de la llave, 2) 100 mL de una solución 1:20 de Anti-Stress 2000® (44% de polímeros acrílicos, Polymer AG Incorporated) y 3) 100 mL de una solución 1:7 de "Moisturin-4®" (monómero de cloruro de vinil y monómero de cloruro de vinilidano, Burke's Protective Coatings).

El peso inicial total (PIT) con la cruceta incluida se registró un día después del corte (ddc) y el peso final total (PFT) a los 70 ddc mediante una báscula mecánica (TORINO®). Las hojas desprendidas (PHA) fueron pesadas en una balanza electrónica (Scout II, OHAUS®). Los pesos inicial (PI = PIT - PC) y final (PF = PFT + PHA - PC) fueron determinados, donde PC = peso de la cruceta.

Las variables evaluadas fueron las siguientes: pérdida de agua del árbol, humedad final de la ramilla, peso inicial y final, peso final de hojas desprendidas, y máximos cambios de luminosidad, cromaticidad y matiz. Se prefirió utilizar el peso de hojas desprendidas porque se compararon dos especies con el tamaño de hoja muy diferente.

La luminosidad (L), cromaticidad (C) y matiz (M) se evaluaron en hojas jóvenes (<50% de la longitud máxima) y adultas marcadas a los 3, 9, 16, 29, 45, 63 y 70 días después del corte con un espectrofotómetro de esfera serie SP60 (X-RITE®). Se calculó el cambio (adimensional) respecto al dato inicial (3 ddc). Se registró el número de días al máximo cambio.

La pérdida de agua por árbol (PA_A) a los 70 ddc fue calculada con las fórmulas $PA_A(\text{Kg}) = PI - PF$ y $P_A(\%) = (PI - PF)/PI$. Se colectó una ramilla de aproximadamente 10 g (por cada árbol) a los 70 ddc y se pesó en una balanza electrónica (Scout II, OHAUS®). La ramilla se hidrató en una caja de Petri (de 18 cm de diámetro) durante 24 horas, se secó con papel absorbente y se volvió a pesar; luego se colocó a 70°C en una estufa (FELISA®) por dos semanas y se volvió a pesar. Se calculó la humedad de la ramilla por la fórmula:

$$HR(\%) = [(Peso\ húmedo - Peso\ Seco)/Peso\ Seco]*100$$

Se hizo el análisis de varianza con base en el modelo del Diseño Completamente al Azar con cuatro factores de estudio y dos repeticiones. Los datos relativos fueron transformados mediante raíz cuadrada y cuando se presentaron muchos valores con cero se sumó 0.01 previo a la transformación. La comparación de medias se hizo con la Prueba Honesta Significativa de Tukey.

RESULTADOS

Antitranspirante

No hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos de antitranspirantes (ANOVA, $p > 0.05$) (“Anti-Stress 2000”, “Moisturin-4” y “sin antitranspirante”) para las variables estudiadas (cuadros 1 y 2). Los cuales mostraron una dinámica similar en los cambios de luminosidad, cromaticidad y matiz (Figura 1).

Inmersión

Sí se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los dos tratamientos de inmersión para el total de las variables estudiadas.

El tratamiento consistente en la inmersión de la base del tronco en agua mostró la menor pérdida de agua del árbol, la mayor humedad final de la ramilla, menor peso de hojas desprendidas y los menores cambios de luminosidad (alrededor del 50% de intensidad luminosa), cromaticidad (25/60 para *Pinus ayacahuite* y 17/60 para *Pseudotsuga menziesii*) y matiz (ambas especies conservaron el color verde) (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cuadro 1. Análisis de varianza de las variables “Pérdida de Agua por Árbol” (PAA), “Humedad Final de Ramilla” (HFR) y “Peso de Hojas Desprendidas” (PHD).

Fuente de variación	GL	CM _{PAA}	F _{PAA}	CM _{HFR}	F _{HFR}	CM _{PHD}	F _{PHD}
Antitranspirante (An)	2	0.12	0.06	2.89	0.08	0.90	0.07
Inmersión (In)	1	21.36	11.01**	299.57	8.28**	81.65	6.32**
Especie (Es)	1	6.38	3.29*	3.26	0.09	46.25	3.58*
Procedencia (Pr)	1	5.14	2.65*	2.17	0.06	38.11	2.95*
An*In	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
An*Es	1	2.41	1.24	9.05	0.25	9.17	0.71
An*Pr	1	0.72	0.37	3.26	0.09	4.91	0.38
In*Es	1	6.63	3.42*	1.45	0.04	51.03	3.95*
In*Pr	1	6.44	3.32*	1.09	0.03	48.58	3.76*
Es*Pr	1	3.92	2.02*	0.00	0.00	33.59	2.60*
An*In*Es	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
An*In*Pr	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
An*Es*Pr	1	0.04	0.02	1.09	0.03	17.18	1.33
In*Es*Pr	1	0.12	0.06	6.51	0.18	12.53	0.97
An*In*Es*Pr	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Error	15	1.94		36.18		12.92	

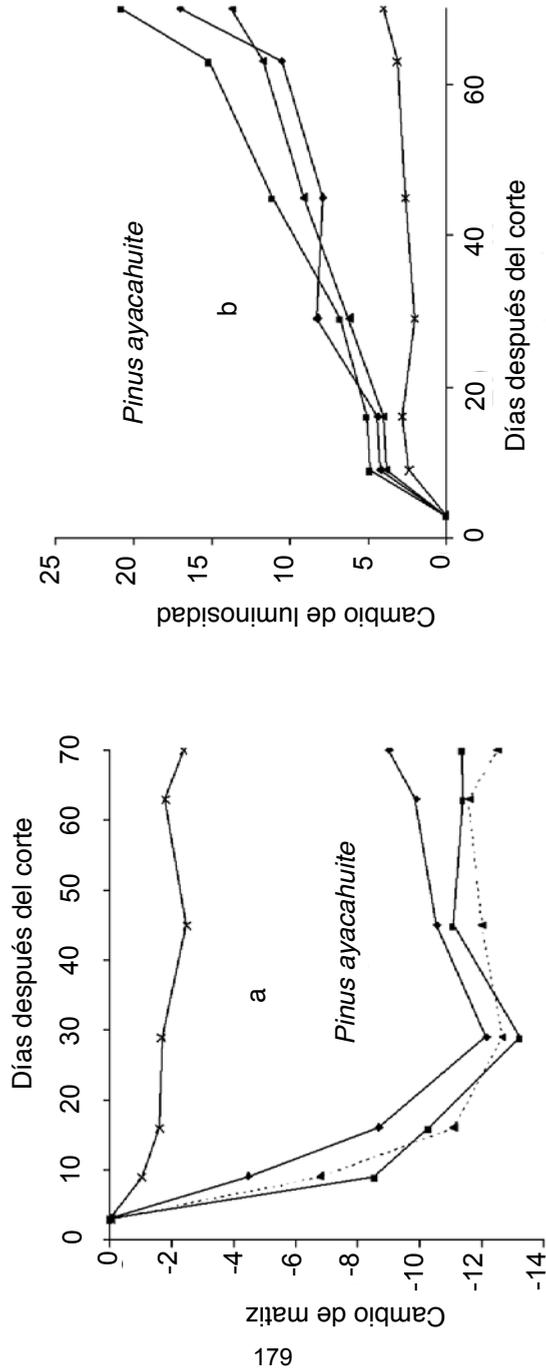
GL = Grados de Libertad; CM = Cuadrado Medio; Significativo a $0.01 < p \leq 0.05$ (*); $p \leq 0.01$ (**).

Los tratamientos con inmersión en agua y sin inmersión mostraron una dinámica diferencial en los cambios de luminosidad, cromaticidad y matiz. Desde los diez días después del corte, ambos tratamientos fueron separándose y mantuvieron este patrón de comportamiento a lo largo de todo el experimento y para ambas especies (Figura 1).

Cuadro 2. Análisis de varianza de las variables “Máximo Cambio de Luminosidad” (MCL), “Máximo Cambio de Cromaticidad” (MCC) y “Máximo Cambio de Matiz” (MCM).

Fuente de Variación	GL	CM _{MCL}	F _{MCL}	CM _{MCC}	F _{MCC}	CM _{MCM}	F _{MCM}
Antitranspirante (An)	2	0.15	0.04	0.20	0.04	0.29	0.03
Inmersión (In)	1	27.42	7.14**	34.74	6.99**	65.29	6.78**
Especie (Es)	1	10.25	2.67*	14.96	3.01*	29.85	3.10*
Procedencia (Pr)	1	9.14	2.38*	14.16	2.85*	28.60	2.97*
An*In	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
An*Es	1	5.68	1.48	5.42	1.09	16.85	1.75
An*Pr	1	6.30	1.64	6.36	1.28	17.24	1.79
In*Es	1	10.68	2.78*	14.62	2.94*	28.02	2.91*
In*Pr	1	11.10	2.89*	11.83	2.38*	25.52	2.65*
Es*Pr	1	7.68	2.00*	9.44	1.90*	20.80	2.16*
An*In*Es	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
An*In*Pr	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
An*Es*Pr	1	0.42	0.11	5.81	1.17	16.56	1.72
In*Es*Pr	1	0.15	0.04	1.79	0.36	17.91	1.86
An*In*Es*Pr	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Error	15	3.84		4.97		9.63	

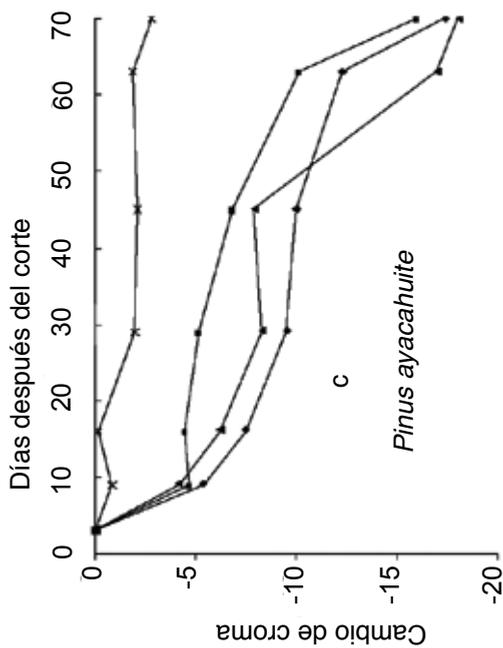
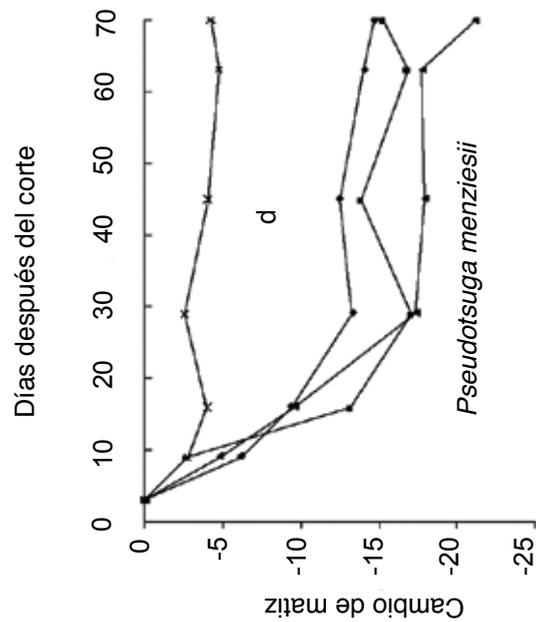
GL = Grados de Libertad; CM = Cuadrado Medio; Significativo a $0.01 < p \leq 0.05$ (*); $p \leq 0.01$ (**).



Moisturin (Δ), Antistress 2000 (□), inmersión en agua (x) y testigo (◇). a) Cambio de matiz en *Pinus ayacahuite*. b) Cambio de luminosidad de *P. ayacahuite*.

Figura 1. Promedios de cambios de matiz, cromaticidad y luminosidad en árboles de Navidad.

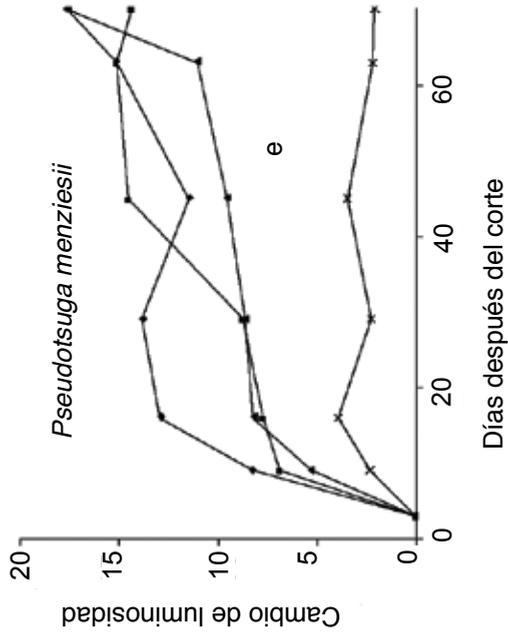
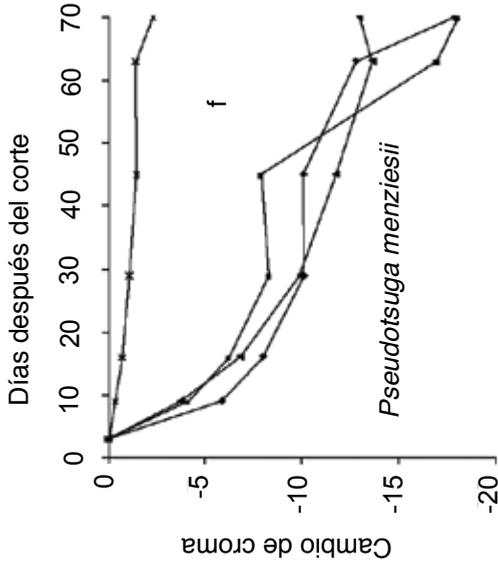
continúa...



c) Cambio de cromaticidad en *P. ayacahuite*. d) Cambio de matiz en *Pseudotsuga menziesii*.

continúa...

continúa Figura 1...



e) Cambio de luminosidad en *P. menziesii*. f) Cambios de cromaticidad en *P. menziesii*.

Especie

Se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre *Pinus ayacahuite* y *Pseudotsuga menziesii* para las variables pérdida de agua del árbol, peso de hojas desprendidas y máximos cambios de luminosidad, cromaticidad y matiz. *Pseudotsuga menziesii* mostró el peso más bajo de hojas desprendidas, y los menores cambios de luminosidad, cromaticidad y matiz y *Pinus ayacahuite* la mínima pérdida de agua del árbol ($p \leq 0.05$) (cuadros 1, 2 y 3).

Procedencia

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre las dos procedencias para las variables estudiadas: pérdida de agua del árbol, peso de hojas desprendidas y cambios máximos de luminosidad, cromaticidad y matiz. Los ejemplares de Terrenate, Tlaxcala tuvieron los valores mínimos de pérdida de agua del árbol, peso de hojas desprendidas, así como cambios de luminosidad, cromaticidad y matiz inferiores. (cuadros 3 y 4).

Interacciones

No hubo interacciones entre antitranspirante con cualquier otro factor de estudio. Sin embargo, los factores de "inmersión-especie", "inmersión-procedencia" y "especie-procedencia" sí las presentaron y fueron estadísticamente significativas para las variables estudiadas: pérdida de agua del árbol, peso de hojas desprendidas y cambios de luminosidad, cromaticidad y matiz ($p \leq 0.05$).

La mejor combinación de tratamientos fue la de *Pseudotsuga menziesii* procedente de Terrenate, Tlaxcala y manteniendo la base del tronco inmersa en agua (Tukey, $p \leq 0.05$). Aquí se detectaron los mejores registros para las variables pérdida de agua por árbol, humedad final de ramilla y peso de hojas desprendidas, máximo cambio de luminosidad, de cromaticidad y de matiz (cuadros 3 y 4).

DISCUSIÓN

Antitranspirantes

En este trabajo los antitranspirantes no fueron efectivos en alargar la vida poscosecha de los árboles de Navidad. Lo anterior coincide con muchas investigaciones con especies forestales. En la mayoría de los trabajos publicados no se citan diferencias estadísticas entre aplicar o no antitranspirantes (Simpson, 1984; Odlum y Colombo, 1987; Rose y Haase, 1995; Duck *et al.*, 2003).

Cuadro 3. Comparación de medias aritméticas de las variables “Pérdida de Agua por Árbol” (PAA), “Humedad Final de Ramilla” (HFR) y “Peso de Hojas Desprendidas” (PHD).

Especie	Pr	Tratamiento	PAA (kg)	HFR (%)	PHD (g)
<i>P. menziesii</i>	T	Inmersión	3.52 abc	97.15 ab	5.80 ab
<i>P. menziesii</i>	V	Inmersión	4.70 abc	97.89 a	3.58 a
<i>P. ayacahuite</i>	V	Inmersión	3.05 ab	64.08 def	16.06 ab
<i>P. ayacahuite</i>	T	Inmersión	1.79 a	38.43 gh	19.17 b
<i>P. menziesii</i>	V	Moisturin	10.44 d	97.15 ab	8.49 ab
<i>P. ayacahuite</i>	V	Moisturin	6.82 abcd	58.36 efg	44.28 c
<i>P. ayacahuite</i>	T	Anti-Stress	3.29 ab	30.13 h	41.44 c
<i>P. menziesii</i>	V	Anti-Stress	8.34 bcd	87.20 abcd	10.04 ab
<i>P. ayacahuite</i>	T	Testigo	3.59 abc	30.75 h	44.90 c
<i>P. menziesii</i>	V	Testigo	9.07 cd	88.99 abc	8.70 ab
<i>P. menziesii</i>	T	Anti-Stress	6.65 abcd	65.99 cdef	16.24 ab
<i>P. ayacahuite</i>	V	Anti-Stress	5.41 abcd	52.31 fgh	44.56 c
<i>P. ayacahuite</i>	V	Testigo	5.90 abcd	53.40 efgh	39.30 c
<i>P. ayacahuite</i>	T	Moisturin	4.14 abc	33.59 h	44.11 c
<i>P. menziesii</i>	T	Moisturin	8.35 bcd	73.52 bcdef	13.70 ab
<i>P. menziesii</i>	T	Testigo	7.24 abcd	67.35 cdef	14.30 ab

Pr = Procedencias; V = Huayacocotla, Veracruz y T = Terrenate, Tlaxcala. Las medias con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

Otras investigaciones inclusive detectan que es mejor no aplicar antitranspirante (Poljakoff *et al.*, 1967; Davies y Kozlowski, 1975; Vera, 1995).

Moisturin no fue efectivo, lo cual coincide con la mayoría de los estudios en este sentido (Rose y Haase, 1995; Vera, 1995; Duck *et al.*, 2003). Este mismo producto se consigna como adecuado para alargar la vida poscosecha de especies forestales en sólo dos trabajos; Englert *et al.* (1993) mencionan que con él se pudo disminuir la pérdida de agua en *Crataegus phaenopyrum* (L.F.) Medik., mientras

que Arnold y Culbertson (1994) registran un mantenimiento del potencial hídrico, peso fresco y peso seco al aplicar Moisturin en *Quercus rubra* L.

En este trabajo, Anti-Stress 2000 no alargó la vida poscosecha de ambas especies, lo cual coincide con Vera (1995), quien concluyó que el producto no redujo la pérdida de agua, tampoco conservó el potencial hídrico, ni mantuvo la conductancia estomatal, el ligamiento electrolítico, o los niveles de fluorescencia clorofílica en brinzales en reposo.

La falta de efectividad de los antitranspirantes en especies forestales puede ser explicada por varias causas. La primera es la sanidad de la planta; Jack (1955) observó que los brinzales enfermos de *Pinus radiata* D. Don. responden mejor a los tratamientos de antitranspirante que los brinzales sanos.

La segunda es el método de aplicación: en taxa forestales los antitranspirantes generalmente son aplicados mediante aspersion (Rose y Haase, 1995). No obstante, probablemente la inmersión en la solución de antitranspirante es un mejor tratamiento porque genera mejor cubrimiento (Duck *et al.*, 2003). Pero como el costo asciende enormemente, una evaluación financiera sería necesaria para valorar de forma integral esta técnica.

Inmersión de la base del tronco en agua

La inmersión de la base del tronco en agua fue el mejor tratamiento para alargar la vida poscosecha. Elizalde (1979) obtuvo menor peso de hojas desprendidas, retención del ángulo de inserción de la rama y conservación del color durante más tiempo y mejor condición del follaje cuando la base del tronco de *Abies religiosa* se mantuvo inmersa en agua.

La frescura de un árbol de Navidad está determinada en gran medida por el contenido de humedad en el follaje (Hinesley, 1984; Chastagner, 1986; Chastagner y Hinesley, 2002). Sin embargo, los distribuidores de árboles de Navidad en México rechazan a la inmersión de la base del árbol en agua por las condiciones ambientales en bodegas (altas temperaturas y bajas humedades relativas). Por lo anterior, este tratamiento sigue siendo poco práctico.

Especie

Pinus ayacahuite.- En este trabajo sólo la inmersión de la base del tronco en agua fue efectiva para alargar la vida poscosecha. No ha habido ningún trabajo previo en el que se evalúen tratamientos semejantes.

Cuadro 4. Comparación de medias aritméticas de las variables “Máximo Cambio de Luminosidad” (MCL), “Máximo Cambio de Cromaticidad” (MCC) y “Máximo Cambio de Matiz” (MCM).

Especie	Pr	Tratamiento	MCL	MCC	MCM
<i>P. menziesii</i>	T	Inmersión	31.76 a	10.76 a	93.50 a
<i>P. menziesii</i>	V	Inmersión	32.25 a	10.30 a	94.50 ab
<i>P. ayacahuite</i>	V	Inmersión	33.08 ab	15.05 abc	97.50 abc
<i>P. ayacahuite</i>	T	Inmersión	33.50 ab	12.93 abc	95.50 ab
<i>P. menziesii</i>	V	Moisturin	33.53 ab	17.80 abc	122.25 e
<i>P. ayacahuite</i>	V	Moisturin	34.24 ab	16.09 abc	109.35 cd
<i>P. ayacahuite</i>	T	Anti-Stress	34.50 ab	17.91 abc	111.10 de
<i>P. menziesii</i>	V	Anti-Stress	35.26 b	17.92 abc	113.15 de
<i>P. ayacahuite</i>	T	Testigo	35.37 b	16.33 abc	118.05 de
<i>P. menziesii</i>	V	Testigo	35.77 b	18.51 bc	112.95 de
<i>P. menziesii</i>	T	Anti-Stress	36.01 b	18.28 bc	110.84 de
<i>P. ayacahuite</i>	V	Anti-Stress	36.08 b	17.56 abc	114.40 de
<i>P. ayacahuite</i>	V	Testigo	38.14 b	19.93 c	106.25 bcd
<i>P. ayacahuite</i>	T	Moisturin	38.35 b	18.33 bc	112.05 de
<i>P. menziesii</i>	T	Moisturin	40.32 b	18.98 bc	110.30 de
<i>P. menziesii</i>	T	Testigo	41.08 b	19.27 c	114.60 de

Pr = Procedencias: V = Huayacocotla, Veracruz y T = Terrenate, Tlaxcala. Las medias con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

Sólo se han evaluado antitranspirantes en otras seis especies del género *Pinus*: *Pinus contorta* Dougl. ex Loud. (Simpson, 1984), *P. halepensis* Mill. (Gale et al., 1964), *P. ponderosa* P. et C. Lawson (Poljakoff et al., 1967; Vera, 1995), *P. radiata* D. Don. (Jack, 1955), *P. resinosa* Ait. (Lee y Kozlowski, 1974; Davies y Kozlowski, 1975), *P. strobus* L. (Williams et al., 1990); sin embargo, no se realizan comparaciones de los antitranspirantes con inmersión en agua.

En gran parte de las investigaciones revisadas, los antitranspirantes no se consideran adecuados para incrementar la vida poscosecha en especies de *Pinus*

(Poljakoff *et al.*, 1967; Davies y Kozlowski, 1975; Rose y Haase, 1995; Vera, 1995). Inclusive en *Pinus resinosa* (Davies y Kozlowski, 1975) y *Pinus ponderosa* (Poljakoff *et al.*, 1967; Vera, 1995) la no utilización de antitranspirantes fue significativamente mejor. Adicionalmente, la respuesta a la aplicación de los antitranspirantes es inconsistente. Por ejemplo con el mismo producto (Silicón) y la misma especie (*Pinus resinosa*), Lee y Kozlowski (1974) registraron una disminución de la transpiración, mientras que Davies y Kozlowski (1975) detectaron menor transpiración y mayor fotosíntesis neta en el tratamiento sin antitranspirante.

Pseudotsuga menziesii.- En este trabajo sólo la inmersión de la base del tronco en agua fue efectiva para alargar la vida poscosecha. Sólo en dos trabajos se ha evaluado el efecto de los antitranspirantes sobre ella, sin compararlos con inmersión en agua; en ambos, el producto no tuvo una repercusión positiva. Simpson (1984) no obtuvo diferencias significativas entre la aplicación o no de antitranspirantes, mientras que Rose y Haase (1995) no las registraron en el potencial hídrico, el crecimiento en altura, la supervivencia ni en el crecimiento en diámetro de tallo entre la aplicación o no de antitranspirantes en brinzales.

Procedencia

La procedencia Terrenate, Tlaxcala presentó mejor respuesta al tratamiento de inmersión en agua; exhibe menor precipitación y mayor evaporación (SICLIM, 1990). Entonces, las poblaciones probablemente han generado adaptaciones locales de resistencia a sequía, que pueden ser aprovechadas en el manejo poscosecha.

En México, el área de distribución de *Pseudotsuga menziesii* (Hermann y Lavender, 2001) y *Pinus ayacahuite* (Perry, 1991) es bastante discontinua dado que crecen en altitudes elevadas (Perry, 1991; Farjon y Styles, 1997) en un país con una orografía muy accidentada (INEGI, 1985).

Los análisis isoenzimáticos han mostrado baja variación intrapoblacional y alta variación interpoblacional en poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga menziesii*. Se ha citado variación topoclinal en respuesta a una heterogeneidad microambiental en esta especie. La fuente de semilla puede también tener impacto importante para las características de poscosecha (Bates *et al.*, 2004).

La falta de consistencia en resultados de investigaciones con el mismo tratamiento y la misma especie (Lee y Kozlowski, 1974; Davies y Kozlowski, 1975) es posible explicarla por las diferencias en comportamiento entre procedencias. Es conveniente seguir evaluando la respuesta entre diferentes poblaciones de especies forestales, para identificar el mejor tratamiento poscosecha por procedencia.

CONCLUSIONES

El mejor tratamiento fue cuando la base del tronco se mantuvo inmersa en agua. Con este tratamiento se redujo la cantidad de hojas desprendidas; se mantuvieron las humedades total del árbol y de la ramilla en particular; y se exhibió un menor cambio de cromaticidad, matiz y luminosidad.

La especie que presentó una mejor respuesta fue *Pseudotsuga menziesii*; detectándose una menor cantidad de hojas desprendidas y la cromaticidad, matiz y luminosidad con poco cambio con respecto a sus valores iniciales.

La procedencia que presentó una mejor respuesta fue Terrenate, Tlaxcala en ambas especies; con menor cantidad de hojas desprendidas; se conservó por mayor tiempo la humedad total del árbol; y la cromaticidad, matiz y luminosidad exhibieron un menor cambio respecto a sus valores iniciales.

La mejor combinación de tratamientos fue aquella donde se utilizó la especie *Pseudotsuga menziesii* procedente de Terrenate, Tlaxcala, con la base del tronco inmersa en agua.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su agradecimiento a Luciano Zárate y a Pedro del Castillo por los árboles y a la Comisión Nacional Forestal y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado a través del proyecto "Tecnologías para la restauración de los bosques en declinación del Distrito Federal" (CONAFOR-2002-C01-6181).

REFERENCIAS

- Álvarez M., J. G., I. Alia T., M. T. Colinas L. and J. Sahagún C. 2007. Interspecific differences in postharvest quality on Mexican Christmas trees. *Silvae Genetica* 56(2):65-73.
- Arnold, M. A. and R. K. Culbertson. 1994. Effects of antitranspirant sprays and hydrophilic polymer root dips on the growth of bare-root northern red oak seedlings transplanted to the field or containers. Southern Nursery Association Research Conference. Atlanta, GA. USA. 39:156.
- Bates, R. M., J. C. Sellmer and D. A. Despot. 2004. Postharvest quality of concolor fir affected by seed source. Pennsylvania Christmas Tree Grower's Association. Philadelphia, PA. USA. pp. 56-68
- Cámara de Diputados. 2006. Detecta Profepa plagas en árboles de Navidad importados de Estados Unidos. Boletín N°. 0444. H. Congreso de la Unión. <http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/view/full/34923>. (septiembre 2009).

- Chastagner, G. A. 1985. Research on Christmas tree keepability. *Am. Christmas Tree J.* 29:31-35.
- Chastagner, G. A. 1986. Effect of postharvest moisture stress on the keeping qualities of Douglas-fir Christmas trees. *HortScience* 21:485-486.
- Chastagner, G. A. and L. E. Hinesley. 2002. Maintaining moisture levels in cut Christmas trees. *Am. Christmas Tree J.* 44:10-16.
- Comisión Nacional Forestal. 2009. Árboles de Navidad. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. http://www.conafor.gob.mx/index.php?Itemid=169&id=91&option=com_content&task=view. Última modificación: Webmaster (13/08/2009 a las 16:49). (20 de septiembre del 2009).
- Davies, W. J. and T. T. Kozlowski. 1975. Effects of applied abscisic acid and plant water stress on transpiration of woody angiosperms. *For. Sci.* 21(2):191-195.
- Domínguez Á., F. A. 1986. Estudio ecológico de *Pseudotsuga menziesii*, en Huayacocotla, Ver. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. México. 74 p.
- Duck, M. W., B. M. Cregg, F. F. Cardoso, R. T. Fernandez, B. K. Kehe and R. D. Heins. 2003. Can antitranspirants extend the shelf life of table-top Christmas trees? *In: Tanino, K. K. (Ed.) XXVI International Horticulture Congress: Environmental Stress. Acta Hort.* 618:153-162.
- Elizalde C., C. N. 1979. Uso de preservadores en los árboles de Navidad (*Abies religiosa*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. México. 48 p.
- Englert, J. M., K. Warren, L. H. Fuchigami and T. H. H. Chen. 1993. Antidesiccant compounds improve the survival of bare-root deciduous nursery trees. *J. Am. Soc. Hort. Sc.* 118:228-235.
- Farjon, A. and B. T. Styles. 1997. *Pinus* (Pinaceae). *Flora Neotropica Monograph* 75. The New York Botanical Garden. New York, NY. USA. pp. 26-27.
- Gale, J., A. Poljakoff-Mayber, I. Nir, and I. Kahane. 1964. Effect of antitranspirant treatment on the water balance of pine seedlings, under different climatic and soil moisture conditions. *Plant and Soil* 24 (1): 81-89.
- Gobierno del Estado de Tlaxcala. 2008. Terrenate. Enciclopedia de los Municipios de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Estado de Tlaxcala. Tlaxcala, Tlaxcala. s/p. <http://www.desdelocal.gob.mx/work/templates/enciclo/tlaxcala/mpios/29030a.htm>. (19 de noviembre de 2009).
- Hermann, R. K. and D. P. Lavender. 2001. *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco Douglas-Fir www.na.fs.fed.us/. Hinesley, L.E. (28 de enero de 2001).

- Hinesley, L. E. 1984. Measuring freshness of cut Fraser fir Christmas tree HortScience 19:860-2
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1985. Carta topográfica 1:50,000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F. México.
- Jack, J. B. 1955. Tests of a transpiration inhibitor. Tree Planters' Notes 20:23-25.
- Lee, K. J. and T. T. Kozlowski .1974. Effects of silicon antitranspirant on woody plants. Plant Soil. 40: 493-510.
- Odlum, K. D. and S. J. Colombo. 1987. The effect of three film-forming antitranspirants on moisture stress of outplanted black spruce seedlings. Tree Planters' Notes 38:23-26.
- Ojeda A., A. 2009. Principales insectos asociados a árboles de Navidad de importación, Ficha Técnica CNRPF-01/13. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos. Laboratorio de Análisis y Referencia de Sanidad Forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.cofemermir.gob.mx/uploadtests/17849.66.59.6.FICHA13-Insectos2-2009.pdf>. (septiembre del 2009).
- Perry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, OR. USA. 156 p.
- Poljakoff, M. A., J. Gale, H. Aluma, I. Kahane, H. Ginsburg, Z. Goldschmidt, I. Nir and E. Shabi. 1967. Final technical report of effect of plant antitranspirants on certain physiological processes of forest seedlings and other plant material. Project No. A10-FS-10. The Hebrew University of Jerusalem. Jerusalem, Israel. 107 p.
- Rose, R. and D. L. Haase. 1995. Effect of the antidesiccant Moisturin on conifer seedling field performance. Tree Planters' Notes 46:97-101.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2003. Estadísticas del Medio Ambiente. México, D. F. México. pp. 45-57.
- Sistema de Información Climatológica (SICLIM). 1990. Versión 1.0 y base de datos. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. D.F. México s/p.
- Simpson, D. G. 1984 Film-forming antitranspirants. Their effects on root growth capacity, storability, moisture stress avoidance, and field performance of containerized conifer seedlings. The Forestry Chronicle 60:335-339.
- Torres P., J. 2004. Indicadores financieros en actividades forestales. *In: Memoria de Resúmenes del V Congreso Nacional de Biotecnología Agropecuaria y Forestal*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. México. pp. 28-29.

- Vera C., J. A. G. 1995. The influence of antidesiccants on field performance and physiology of Ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Dougl.) seedlings. Ph.D. Dissertation. Oregon State University. Corvallis, OR, USA. 133 p.
- Williams, P. A., A. M. Gordon and A. W. Moeller. 1990. Effects of five antitranspirants on white spruce and white pine seedlings subjected to greenhouse drought. *Tree Planters' Notes*. 41:33-38.