UF IFAS Extension UNIVERSITY of FLORIDA

FOR119S
doi.org/10.32473/EDIS-FR492-2026

Seleccionando especies de llanura costera resistentes al viento[1]

Mary L. Duryea, Eliana Kampf, Allyson Salisbury, Richard Hauer, Ryan Klein, Michael Andreu, Andrew Koeser, and Alyssa Vinson[2]

El daño del viento a los árboles urbanos se incrementa según la intensidad de la tormenta, pero no todas las especies de árboles soportan los vientos fuertes en la misma medida, lo que hace que algunos árboles sean mejores opciones que otros para incluirlos en los paisajes costeros. Un grupo de científicos de University of Florida/Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS) estudió diez huracanes para determinar su efecto en los bosques urbanos. Uno de los objetivos principales de este estudio fue elaborar listas de resistencia relativa al viento para diferentes especies de árboles urbanos, con el fin de ayudar a las comunidades a estar mejor preparadas para futuras temporadas de huracanes al seleccionar las especies adecuadas.

Esta hoja informativa presenta la investigación y la metodología que llevaron a la creación de estas listas de resistencia relativa al viento. También analiza en detalle los resultados y ofrece recomendaciones adicionales para seleccionar y establecer árboles, con el objetivo de tener un bosque urbano más saludable y resistente al viento.

El estudio

En 2004, cuatro huracanes azotaron Florida con vientos máximos sostenidos que iban de los 169 a los 233 km/h (105 a 145 mph). En 2005, el huracán Dennis pegó en el Panhandle de Florida a 193 km/h (120 mph). Los impactos de estos cinco huracanes fueron generalizados; afectaron áreas urbanas, tierras de cultivo agrícolas y los ecosistemas naturales de Florida (Duryea et al. 2007). Desde 1992 cuando el huracán Andrew azotó el sur de Florida, hemos estado estudiando los impactos de los huracanes en los bosques urbanos (Duryea et al. 1996). Continuamos con las mediciones de los daños causados por el viento de los huracanes en los vecindarios urbanos nuevamente en 1995 cuando dos huracanes golpearon el área de Pensacola (Duryea 1997) y luego en 1998 cuando el huracán Georges atravesó todo Puerto Rico. Estos nueve huracanes con su variedad de velocidades de viento nos dieron la oportunidad de estudiar cerca de ochenta y tres especies y su respuestas comparables a los huracanes. Este estudio informa sobre la resistencia relativa al viento de las especies de la llanura costera sureste en los bosques urbanos (incluyendo la resistencia de plantas de las zonas 8 y 9).

Métodos

Mediciones de daño a los árboles urbanos

El daño a los árboles urbanos se midió entre tres y seis días después de cada huracán que golpeó el Panhandle de Florida: Erin, Opal, Ivan y Dennis (Figura 1). También informamos sobre la respuesta al huracán de especies de la llanura costera como el roble vivo o siempreverde (*Quercus virginiana*) y la palma de abanico (*Sabal palmetto*) que se encuentran en todo Florida y fueron afectadas por los huracanes Andrew, Charley, Frances y Jeanne. Los resultados del huracán Andrew fueron recolectados en una encuesta a 128 dueños de hogares en Dade County, Florida, quienes reportaron los impactos del huracán en los árboles de sus jardines (Duryea et al. 1996). La metodología para los otros ocho huracanes fue la misma: se eligieron al azar los vecindarios en el punto de impacto del huracán en el lado más fuerte de la tormenta. Para cada vecindario, se observaron todos los árboles en los jardines delanteros a lo largo de los transectos de la calle (si se nos invitaba, también medíamos los árboles en los patios traseros).

En general, muestreamos 100 vecindarios y 18200 árboles. Se midió el diámetro a la altura del pecho de cada árbol (para dicotiledóneas y coníferas) o la altura (para palmeras), y luego se determinó si el árbol estaba en pie, inclinado o había caído. Los árboles inclinados eran aquellos que se habían inclinado por la tormenta en un ángulo menor de 45 grados. Los árboles caídos eran los que estaban partidos en el tronco principal o se hallaban en el suelo. Todos los árboles caídos se

evaluaron como partidos o arrancados de raíz. El porcentaje de supervivencia se calculó para cada especie usando los árboles que permanecieron en pie después del huracán (los árboles se consideraron no sobrevivientes si habían caído o si estaban inclinados a menos de 45 grados).

Primero se evaluaron las copas de todos los árboles en pie por el porcentaje de pérdida de ramas y luego por la pérdida de hojas debido al huracán. Para las palmas, solo se evaluó el porcentaje de pérdida de hojas. Luego, para los dicotiledóneos y coníferas, si un árbol tenía un 50 % o más de pérdida de ramas por el huracán, se consideraba muerto y se calculaba un nuevo porcentaje de supervivencia. Esto se llama "supervivencia recalculada" en todo este documento.



Figura 1. Se midieron árboles urbanos después de los huracanes que golpearon Florida, la Costa del Golfo y Puerto Rico. Para cada huracán, la flecha indica el lugar donde tocó tierra. Se incluyen la velocidad máxima del viento sostenido (mph) y el año.
Crédito: Duryea and Kampf, UF/IFAS

La encuesta

Después de que cuatro huracanes golpearan Florida en 2004, concluimos que los profesionales del bosque urbano en el estado eran una fuente de conocimiento sobre la resistencia al viento. En junio de 2005, enviamos 240 encuestas a arboristas, forestales urbanos y científicos forestales que eran miembros de la Sociedad Internacional de Arboricultura (capítulo de Florida) o del Consejo de Bosques Urbanos de Florida, o que eran profesores en la Universidad de Florida. Les pedimos que calificaran la resistencia al viento (alta, media o baja) de las especies de árboles urbanos que habían observado después de los huracanes. Ochenta y cinco (85) encuestas (35 %) fueron devueltas. Reportamos estos números y porcentajes en esta publicación y luego usamos estas calificaciones junto con nuestras mediciones, análisis y la literatura científica para formular listas de resistencia al viento para especies de árboles en áreas urbanas.

Resultados

Supervivencia de árboles y pérdida de ramas

Las especies de árboles en la llanura costera suroriental responden diferente a los huracanes. La respuesta de las especies al huracán Iván en 2004 ilustra las diferencias observadas a velocidades del viento de 209 km/h (130 mph) (Figura 2). Las especies arbóreas que presentaron la mayor supervivencia ante estas velocidades del viento fueron el roble vivo de arena (*Quercus geminata*), el acebo americano (*Ilex opaca*), la magnolia sureña (*Magnolia grandiflora*), el roble vivo, el mirto de cera (*Myrica cerifera*), el liquidámbar americano (*Liquidambar styraciflua*), el crespón (*Lagerstroemia indica*), el cornejo florido (*Cornus florida*), y la palma abanico. El cornejo florido, el roble vivo, la palma abanico, el roble vivo de arena y la magnolia sureña también presentaron las mayores tasas de supervivencia durante los huracanes Erin y Opal en 1995. (Duryea 1997).

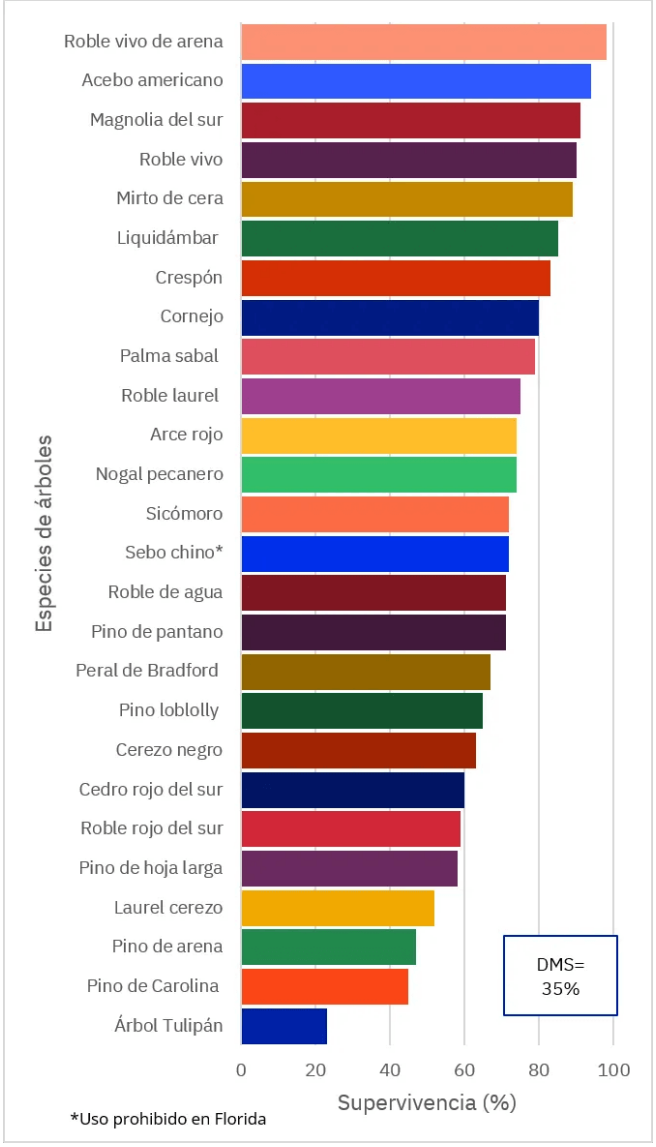


Figura 2 . Supervivencia (porcentaje de árboles todavía de pie) de especies durante el huracán Ivan, el cual tocó tierra a 209 km/h (130 mph). La DMS (Diferencia Mínima Significativa) está al nivel de 0,05.
Credit: Crédito: UF/IFAS, Duryea and Kampf

Un vistazo más detallado al roble vivo y a la palma de abanico demuestra la repetida resiliencia de estas especies a los vientos de fuerza huracanada (Tabla 1). Sin embargo, también se puede observar que en el sur de la Florida cuando los vientos alcanzaron 233 y 265 km/h (145 y 165 mph) durante los huracanes Charley y Andrew, la sobrevivencia del roble bajó a 78 %.

En una comparación estadística del roble vivo de arena, el roble vivo y el roble laurel, el roble laurel tuvo una supervivencia general peor que tanto el roble vivo como el roble vivo de arena en cuatro huracanes de la zona del Panhandle de Florida ($p<0.001$) (Figura 3). En varias publicaciones, el roble vivo, la palma sabal, el ciprés calvo (Taxodium distichum) y el ciprés de estanque (Taxodium ascendens) han sido clasificados entre los primeros en listas por su resistencia al viento relacionada con huracanes. (Touliatos y Roth 1971; Swain 1979; Barry et al. 1993).

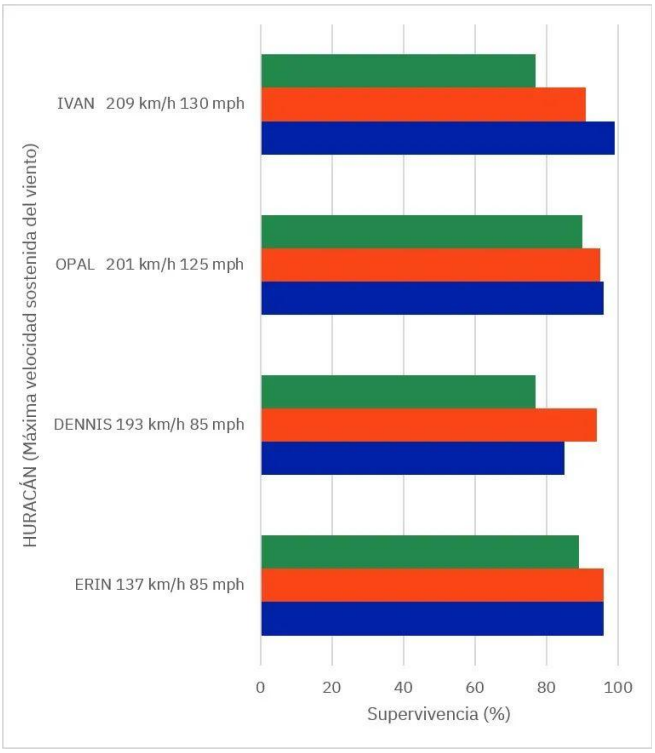


Figura 3 . En una comparación estadística de la supervivencia del roble vivo de arena, el roble vivo y el roble laurel en cuatro huracanes del Panhandle de Florida, la supervivencia del roble laurel fue significativamente menor que la de los otros dos robles ($p<0.001$). No hubo diferencia entre la supervivencia del roble vivo de arena y el roble vivo.
Credit: Crédito: Duryea y Kampf, UF/IFAS

La pérdida de ramas también puede ser una medida de resiliencia importante en árboles (Figura 4). En el huracán Ivan, el cedro rojo del sur (*Juniperus virginiana* var. *silicicola*), el sicómoro (*Platanus occidentalis*), el roble rojo del sur (*Quercus falcata*) y el laurel roble perdieron en promedio más del 25 % de sus ramas. El liquidámbar, el arce plateado (*Acer saccharinum*), el sicómoro y el cedro rojo del sur fueron las especies que más ramas perdieron en los huracanes Erin y Opal (Duryea 1997). Las especies que perdieron un 10 % o menos de sus ramas fueron el mirto de crepé, el pino taeda (*Pinus taeda*), el acebo americano y el árbol tulipán.

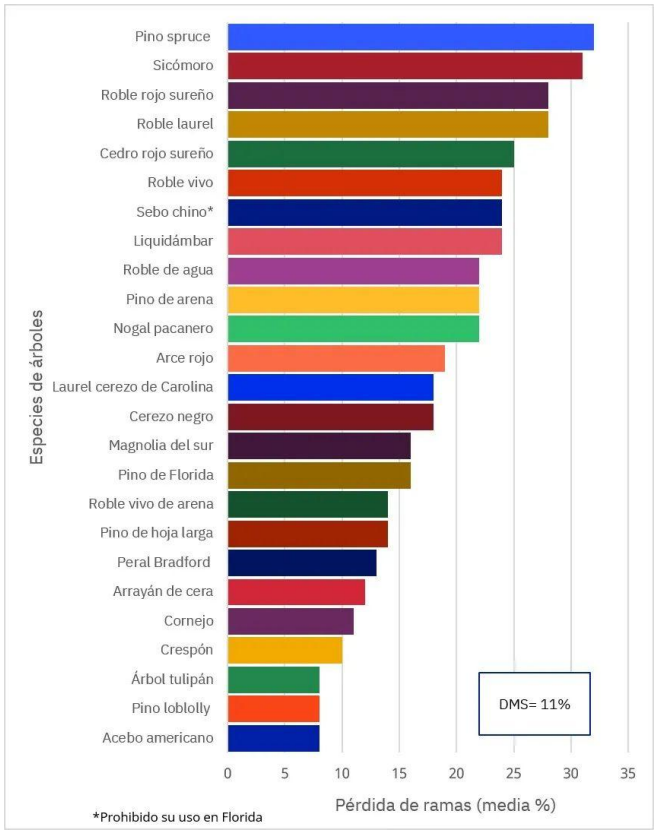


Figura 4 . Promedio de pérdida de ramas (%) para especies de árboles durante el huracán Ivan, el cual pegó a tierra a 209 km/h (130 mph). La DMS (Diferencia Mínima Significativa) está a un nivel de 0,05.
Credit: Crédito: Duryea y Kampf, UF/IFAS

Cuando miramos el diámetro de los árboles y la pérdida de ramas, encontramos que los árboles grandes (100–200 cm, 39–79 in de diámetro) perdieron más ramas (30 %), seguidos por los árboles de tamaño mediano (50–99 cm, 20–39 in) con un 25 % de pérdida, los árboles más pequeños (20–49 cm, 8–19 in) con un 20 % de pérdida, y finalmente los árboles más pequeños (< 20 cm, 8 in), que perdieron el 12 % de sus ramas ($p<0.0001$). Glizenstein y Harcombe (1988) también encontraron que el daño estaba positivamente correlacionado con el tamaño promedio del tronco en un bosque. En su revisión, Everham y Brokaw (1996) resumen que la mayoría de los investigadores han encontrado una correlación positiva entre el tamaño del tronco y el daño por viento. Webb (1989) encontró que los árboles más grandes eran más propensos a ser dañados directamente por el viento en comparación con los árboles más pequeños, que eran más propensos a ser dañados indirectamente por otros árboles que caían.

Dado que los árboles con grandes pérdidas de ramas por un huracán pueden no ser considerados árboles urbanos saludables, reanalizamos la supervivencia, teniendo en cuenta las ramas perdidas. Como se mencionó antes, los árboles en pie que habían perdido el 50 % o más de sus ramas fueron considerados muertos y se calculó una "nueva" supervivencia (llamada "supervivencia recalculada" de aquí en adelante) (Figura 5).

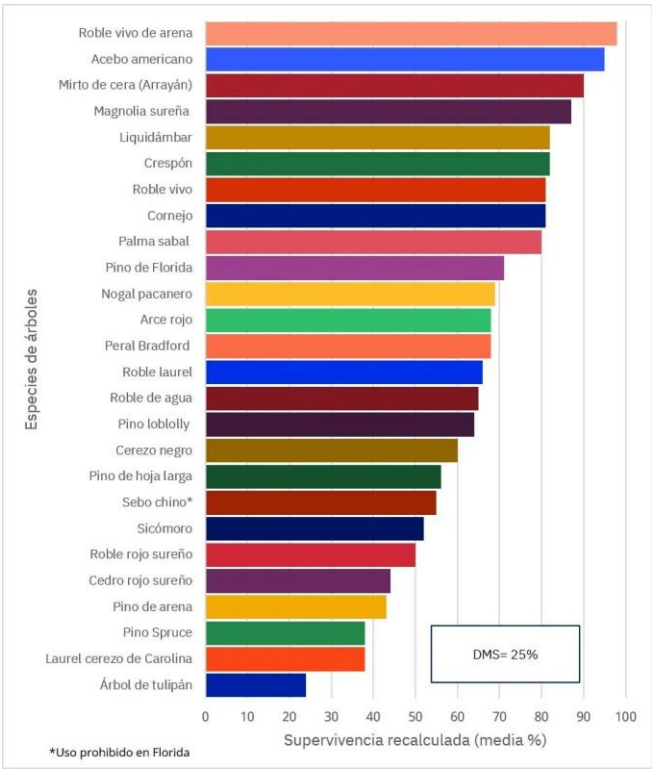


Figura 5 . Recálculo de la supervivencia (%) después de declarar como muertos a los árboles con 50 % de pérdida de sus ramas después del huracán Ivan. La DMS (Diferencia Mínima Significativa) se ubicó en un nivel de 0,05.
Credit: Crédito: Duryea y Kampf, UF/IFAS

Algunas especies con pérdida severa de ramas tuvieron una supervivencia recalculada significativamente más baja. La supervivencia del cedro rojo del sur se redujo del 61 % al 46 % debido a la pérdida severa de ramas. La supervivencia del sicómoro se redujo del 73 % al 52 %. Incluso los robles vivos tuvieron pérdida significativa de ramas y su supervivencia disminuyó del 91 % al 81 %. Cuando comparamos estadísticamente la supervivencia recalculada de las especies de roble después del Huracán Ivan, el ranking de mayor a menor supervivencia fue: roble vivo de arena (98 % de supervivencia), roble vivo (81 %), roble laurel (66 %), roble de agua (Quercus nigra) (65 %) y roble rojo del sur (50 %) ($p=0.0001$). Un estudio en los bosques de la llanura costera de Carolina del Sur después del huracán Hugo también encontró que el roble vivo estuvo menos dañado que el roble laurel y el roble de agua (Gresham et al. 1991).

La supervivencia de las especies de pino mostró diferencias significativas, con la mayor supervivencia en el pino de hoja ancha (*Pinus elliottii* var. *elliottii*) (71 %), seguido por el pino loblolly (64 %), el pino de hoja larga (*Pinus palustris*) (57 %), el pino arenoso (*Pinus clausa*) (43 %) y el pino abeto (*Pinus glabra*) (38 %) (p=0,0014). Tres meses después del huracán Ivan, volvimos a medir los pinos y encontramos que entre el 2 % y el 3 % de los pinos de hoja ancha y larga que estaban en pie habían muerto, y el 56 % de los pinos arenosos que estaban de pie habían muerto. En el bosque de la llanura costera del sureste, el pino de hoja larga sufrió menos daños que el loblolly durante el huracán Hugo (12 % frente a 73 % de daños) (Gresham et al. 1991), pero un tornado en Texas provocó daños iguales e intensos en los pinos loblolly, de hoja larga y de hoja corta (*Pinus echinata*) (Glitzenstein y Harcombe 1988). Dos especies de coníferas que han mostrado repetidamente un rendimiento pobre en nuestros estudios durante los huracanes son el pino arenoso y el cedro rojo del sur (Duryea 1997).

Defoliación

Hubo diferencias notables entre las especies en cuanto a la defoliación durante el huracán Iván. Especies como el roble vivo de arena, el crespón y el cornejo perdieron en promedio un 94 %, 88 % y 86 % de sus hojas, en comparación con el cedro rojo del sur, el mirto de cera, el pino elliottii, el pino de hoja larga y el pino taeda, que perdieron el 32 %, 31 %, 29 %, 19 % y 11 % de sus hojas, respectivamente (DMS=17 %).

La pérdida de hojas presentó una relación positiva ($p < 0,0001$) tanto con la supervivencia como con la supervivencia recalculada (excluyendo los árboles con ≥ 50 % de pérdida de ramas); es decir, cuanto mayor fue la pérdida de hojas durante el huracán, mayor fue la supervivencia. Francis y Gillespie (1993), al estudiar árboles urbanos de Puerto Rico después del huracán Hugo en 1989, también encontraron que el daño a la copa parecía reducirse cuando su superficie se disminuía rápidamente mediante la pérdida de hojas y ramas durante el huracán.

Existen algunas excepciones a la defoliación como estrategia de supervivencia; la magnolia del sur, el acebo americano y la palma sabal son especies con una capacidad de supervivencia excelente, aunque solo perdieron el 43 %, 34 % y 27 % de sus hojas, respectivamente.

Árboles nativos y exóticos

En la región de la planicie costera, las especies arbóreas exóticas representaban el 8 % de los árboles del bosque urbano. Las principales especies exóticas eran el crespón (crape myrtle), el sebo chino (*Sapium sebiferum*), una especie invasora prohibida; el alcanforero (*Cinnamomum camphora*), una especie invasora; el peral Bradford (*Pyrus calleryana*); y palmeras como la palmera pindó (*Butia capitata*) y la palmera washingtonia (*Washingtonia robusta*).

Como grupo, los árboles nativos presentaron una supervivencia similar a la de los árboles exóticos (73 % frente a 77 %, diferencia no significativa [n.s.]) y perdieron proporciones semejantes de ramas (20 % frente a 15 %, n.s.) y hojas (58 % frente a 60 %, n.s.).

En contraste, después del paso del huracán Andrew por el sur de Florida, los árboles nativos sobrevivieron mejor a los vientos que los árboles no nativos (Duryea et al., 1996). Otros estudios también han mostrado una tendencia a un mayor daño por viento en especies exóticas dentro de bosques de plantación rurales (King, 1945; Everham y Brokaw, 1996).

El estudio

Las calificaciones de resistencia al viento asignadas por arboristas y especialistas en silvicultura urbana a las especies de la planicie costera mostraron una fuerte concordancia con nuestras mediciones realizadas a lo largo de varios huracanes. Entre los árboles de pequeño porte que recibieron altas calificaciones de resistencia al viento se encuentran el árbol de las barbas (*Chionanthus virginicus*), el cornejo (dogwood), el caqui americano (*Diospyros virginiana*), el roble mirto (*Quercus myrtifolia*), el arándano arbóreo (*Vaccinium arboreum*) y los acebos (*Ilex* spp.) (Tabla 2).

Mientras que el roble vivo y el roble vivo de arena fueron calificados como de alta resistencia al viento, otros robles como el roble rojo del sur y el roble castaño de pantano (*Quercus michauxii*) fueron calificados como de media, y en concordancia con nuestros resultados, el laurel y los robles de agua fueron calificados como de baja resistencia. Aunque hemos visto consistentemente baja supervivencia o daños graves en las ramas del cedro rojo del sur, las calificaciones fueron iguales para cada una de las categorías de resistencia al viento en los resultados de la encuesta. Sin embargo, el 91 % de los encuestados calificó al ciprés calvo y al ciprés de estanque con alta resistencia al viento (Figura 6). Se afirmó que ambos

cipreses tenían la mejor resistencia al viento junto con el roble vivo y la palma sabal después de que los huracanes Camille y Frederick azotaran la Costa del Golfo en 1969 y 1979 (Swain 1979).



Figura 6. El ciprés calvo, una especia cada vez más plantada en áreas urbanas, fue calificado como un árbol de alta resistencia al viento.
Crédito: Adobe Stock, Kazu

En la encuesta, el pino de arena obtuvo una calificación baja, lo cual concuerda con nuestros resultados, mientras que los otros pinos fueron calificados mayoritariamente como de resistencia media, lo que también coincide con nuestros hallazgos. En su lista resumen sobre la resistencia al viento de especies forestales, Everham y Brokaw (1996) citan diez estudios en los que los pinos loblolly, slash y de hoja larga se clasifican con una resistencia al viento de baja a intermedia.

La palmera sabal obtuvo una calificación de alta resistencia al viento por parte del 99 % de los encuestados, lo cual coincide con nuestras valoraciones y con las de Swain (1979). La palmera canaria, que se planta con mayor frecuencia en el norte de Florida, recibió una calificación alta por parte del 89 % de los encuestados (Figura 7).



Figura 7. La palmera datilera de las Canarias, considerada muy resistente al viento, se está plantando con mayor frecuencia en el norte de Florida.
Crédito: Adobe Stock, juerginho

Los encuestados calificaron la resistencia al viento del liquidámbar como de media a alta; en una tabla resumen sobre resistencia al viento elaborada por Everham y Brokaw (1996), siete estudios clasificaron al liquidámbar con una resistencia de media a alta. Nuestros estudios han demostrado que esta especie sobrevive bien, aunque es propensa a sufrir cierta rotura de ramas. En un estudio realizado en Texas tras un tornado, el liquidámbar figuró como una de las especies con mayor tasa de supervivencia, pero también como el árbol que presentó más daños en las ramas (Glitzenstein y Harcombe 1988). En un estudio posterior al huracán Kate de 1985, el liquidámbar registró una baja mortalidad (2 %) en un bosque mixto de frondosas del sur, en comparación con el pino glabro, que presentó una mortalidad del 34 % (Batista y Platt 2003). Los autores señalan que la resistencia al viento del liquidámbar probablemente se deba a sus conexiones subterráneas, a sus ramas cortas y robustas, y a sus hojas con pecíolos largos y delgados que se desprenden fácilmente de las ramas ante la acción del viento. Se ha observado que, en crestas de grava, laderas y zonas elevadas del piedemonte, el liquidámbar desarrolla una raíz pivotante especialmente fuerte y muestra una gran resistencia al viento (Kormanik 1990).

El tulipán del sur tuvo una supervivencia muy baja durante el huracán Ivan (24 %). Los encuestados lo calificaron como de resistencia al viento media a baja. Everham y Brokaw (1996) resumen dos estudios en su tabla con altos niveles de daño por viento para el tulipán del sur en tormentas de alta intensidad.

Recomendaciones

Tomando nuestros resultados de supervivencia y pérdida de ramas debido a huracanes e incorporando los resultados de la encuesta y de la literatura científica, hemos desarrollado listas de resistencia relativa al viento para especies de árboles en la llanura costera del sureste (Tabla 3). Estas listas deben usarse con precaución, con el conocimiento de que ninguna especie ni ningún árbol son completamente resistentes al viento. Además, deben considerarse factores locales como el suelo, las prácticas culturales, la edad y salud del árbol, y otras condiciones de salud del bosque urbano. Además de la velocidad del viento durante el huracán, otras condiciones que acompañan a los huracanes, como la precipitación y la rapidez con la que las tormentas atraviesan un área, parecen influir en la respuesta de los árboles.

Resistencia al viento relativa de las especies de árboles de la llanura costera sureste

La resistencia al viento de las especies de la llanura costera sureste, según se estima utilizando las mediciones de huracanes y los resultados de la encuesta en este estudio, y la literatura científica citada a lo largo de esta publicación.

Más alta resistencia al viento

DICOTILEDÓNEAS

Carya floridana, nogal de Florida

Cornus florida, cornejo florido

Ilex cassine, acebo dahoon

Ilex glabra, baya de tinta

Ilex opaca, acebo americano

Ilex vomitoria, acebo yaupón

Lagerstroemia indica, crespón

Magnolia grandiflora, magnolia del sur

Podocarpus spp., podocarpus

Quercus geminata, roble vivo de arena

Quercus laevis, roble de pavo

Quercus myrtifolia, roble mirto

Quercus virginiana, roble vivo o siempreverde

Vaccinium arboreum, arándano arbóreo

CONÍFERAS

Taxodium ascendens, ciprés de estanque

Taxodium distichum, ciprés calvo

De media a alta resistencia al viento

DICOTILEDÓNEAS

Acer saccharum, arce plateado

Acer palmatum, arce japonés

Betula nigra, abedul de río

Carpinus caroliniana, carpe americano

Carya glabra, nogal amargo

Carya tomentosa, nogal tormentoso

Cercis canadensis, cercis de Canadá

Chionanthus virginicus, árbol de las barbas

Diospyros virginiana, caqui americano

Fraxinus americana, fresno americano

Liquidambar styraciflua, liquidámbar

Magnolia virginiana, magnolia dulce

Magnolia x *soulangiana*, magnolia de Soulange

Nyssa aquatica, tupelo de agua

Nyssa sylvatica, tupelo negro

Ostrya virginiana, carpe de lúpulo americano

Prunus angustifolia, ciruelo Chickasaw

Quercus michauxii, roble castaño de pantano

Quercus shumardii, roble de Shumard

Quercus stellata, roble de postes

Ulmus alata, olmo alado

De media a baja resistencia al viento

DICOTILEDÓNEAS

Acer negundo, arce negundo

Acer rubrum, arce rojo

Acer saccharinum, arce plateado

Celtis laevigata, almez del sur

Celtis occidentalis, almez común

Cinnamomum camphora, alcanforero [a]

Eriobotrya japonica, níspero del Japón o loquat [c]

Eucalyptus cinerea, eucalipto dólar de plata

Fraxinus pennsylvanica, fresno verde

Morus rubra, morera roja

Myrica cerifera, mirto de cera

Persea borbonia, laurel rojo

Platanus occidentalis, sicómoro

Prunus serotina, cerezo negro

Quercus alba, roble blanco

Quercus phellos, roble sauce

Salix x *sepulcralis*, sauce llorón

Ulmus americana, olmo americano

CONÍFERAS

Pinus elliottii, pino elliotii

Pinus palustris, pino de hoja larga

Pinus taeda, pino taeda

La más baja resistencia al viento

DICOTILEDÓNEAS

Carya illinoensis, nogal pecanero

Liriodendron tulipifera, árbol tulipán

Prunus caroliniana, laurel cerezo de Carolina

Pyrus calleryana, peral de Callery 'Bradford'

Quercus falcata, roble rojo del sur

Quercus laurifolia, roble laurel

Quercus nigra, roble de agua

Sapium sebiferum, sebo chino[a]

Ulmus parvifolia, olmo chino

CONÍFERAS

Juniperus virginiana var. *silicicola*, cedro rojo del sur

Cupressocyparis leylandii, ciprés de Leyland

Pinus clausa, pino de arena

Pinus glabra, pino de Virginia

PALMAS

Washingtonia robusta, palma washingtonia

Notes

[a] Uso prohibido en Florida.

[b] Invasiva y de uso no recomendado en Florida.

[c] Precaución: puede usarse pero debe ser controlada para prevenir su diseminación en Florida (UF/IFAS 2018).

Referencias

Barry, P.J., C. Doggett, R.L. Anderson, and K.M. Swain, Sr. 1993. "How to evaluate and manage storm-damaged forest areas." Management Bulletin R8-MB 63 of the USDA Forest Service, Southern Region. Atlanta, GA. 11 pp.

Batista, W.B. and W.J. Platt. 2003. "Tree population responses to hurricane disturbance: syndromes in a southeastern USA old-growth forest." Ecology 91:197–212.

Duryea, M.L., G.M. Blakeslee, W.G. Hubbard, and R.A. Vasquez. 1996. "Wind and trees: A survey of homeowners after Hurricane Andrew." J. Arboric. 22(1):44–50. https://doi.org/10.48044/jauf.1996.006

Duryea, M.L. 1997. "Wind and trees: Surveys of tree damage in the Florida Panhandle after Hurricanes Erin and Opal." Circular 1183. UF/IFAS Extension (http://edis.ifas. ufl.edu/). Gainesville, FL. 7 pp.

Duryea, M.L., E. Kampf, and R.C. Littell. 2007. "Hurricanes and the Urban Forest: I. Effects on Southeastern U.S. Coastal Plain Tree Species." Arboric. & Urban Forestry 33(2):83–97. https://doi.org/10.48044/jauf.2007.010

Everham, E.M., III and N.V.L. Brokaw. 1996. "Forest damage and recovery from catastrophic wind." The Botanical Review 62:113–185. https://doi.org/10.1007/BF02857920

Fox, A.M., D.R. Gordon, J.A. Dusky, L. Tyson, and R.K. Stocker. 2005. "IFAS assessment of the status of non-native plants in Florida's natural areas." SS-AGR-225 UF/IFAS Extension. http://plants.ifas.ufl.edu/assessment/ Gainesville, FL. 27 pp.

Francis, J.K. and A.J.R. Gillespie. 1993. "Relating gust speed to tree damage in Hurricane Hugo," 1989. J. Arboric. 19:368–372. https://doi.org/10.48044/jauf.1993.057

Glitzenstein, J.S. and P.A. Harcombe. 1988. "Effects of the December 1983 tornado on forest vegetation of the Big Thicket, southeast Texas, USA." For. Ecol. Managem. 25:269–290. https://doi.org/10.1016/0378-1127(88)90092-8

Gresham, C.A., T.M. Williams, and D.J. Lipscomb. 1991. "Hurricane Hugo wind damage to Southeastern U.S. coastal forest tree species." (Part A. Special Issue: Ecosystem, Plant, and Animal Responses to Hurricanes in the Caribbean.) Biotropica 23(4):420–426. https://doi.org/10.2307/2388261

King, H.C. 1945. “Notes on the three cyclones in Mauritius in 1945: Their effect on exotic plantations, indigenous forest and on some timber buildings.” Empire Forest. J. 24:192–195.

Kormanik, P. 1990. “Liquidambar styraciflua, sweetgum.” In: Silvics of North America: 2. Hardwoods. R. M. Burns and B. H. Honkala, Tech. Coords. (http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/table_of_contents.htm) Agriculture Handbook 654 Vol. 2 of the U.S.D.A. Forest Service, Washington, DC. 877 pp.

Swain, K.M. 1979. “Minimizing timber damage from hurricanes.” S. Lumberman 239:107–109.

Touliatos, P. and E. Roth. 1971. “Hurricanes and trees: Ten lessons from Camille.” J. For. 285–289. https://doi.org/10.1093/jof/69.5.285

University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. 2018. "Assessment of Non-native Plants in Florida's Natural Areas" (https://assessment.ifas.ufl.edu, 4/29/2019.) Gainesville, FL, 32611-4000, USA.

Webb, S.L. 1989. “Contrasting windstorm consequences in two forests, Itasca State Park, Minnesota.” Ecology 70(4):1167–1180. https://doi.org/10.2307/1941384

Tables

Tabla 1. Supervivencia de las especies de árboles de la llanura costera sureste después de seis huracanes.

Especies de árboles		Supervivencia (%) después de cada huracán (velocidad del viento en km/h)*					
		Erin (137)	Jeanne (193)	Opal (201)	Ivan (209)	Charley (233)	Andrew (265)
Dicotiledóneas							
Acer rubrum	Arce rojo	—	—	93	76	—	—
Acer saccharinum	Arce plateado	—	—	93	—	—	—
Carya floridana	Nogal de Florida	—	83	—	—	—	—
Carya illioensis	Pecana	97	—	93	76	—	—
Carya glabra	Nogal pignut	100	—	—	—	—	—
Cinnamomum camphora[a]	Alcanforero	—	—	—	—	90	—
Cornus florida	Cornejo florido	100	—	96	81	—	—
Ilex opaca	Acebo americano	—	—	—	95	—	—
Lagerstroemia indica	Árbol de Júpiter o crespón	—	—	—	84	—	—
Liquidambar styraciflua	Liquidámbar americano	—	—	93	86	—	—
Liriodendron tulipifera	Árbol de los tulipanes	—	—	—	24	—	—
Magnolia grandifolia	Magnolia del sur	96	—	97	92	—	—
Magnolia virginiana	Magnolia de la bahía	97	—	—	—	—	—
Myrica cerifera	Mirto de cera	—	—	—	90	—	—
Platanus occidentalis	Plátano americano	—	—	92	73	—	—
Prunus caroliniana	Laurel cerezo de Carolina	76	—	74	53	—	—
Prunus serotina	Cerezo negro	—	—	—	64	—	—
Pyrus calleryana	Peral Bradford	—	—	—	68	—	—
Quercus falcata	Roble rojo del sur	—	—	—	60	—	—
Quercus virginiana	Roble vivo o siempreverde	96	97	95	91	78	78
Quercus geminata	Roble vivo o siempreverde de arena	96	94	96	99	—	—
Quercus laurifolia	Roble laurel	89	94	90	77	85	—
Quercus laevis	Roble de pavo	83	—	89	—	—	—
Quercus nigra	Roble de agua	—	—	—	72	—	—
Sapium sebiferum[a]	Sebo chino	97	—	83	73	—	—

Especies de árboles		Supervivencia (%) después de cada huracán (velocidad del viento en km/h)*					
		Erin (137)	Jeanne (193)	Opal (201)	Ivan (209)	Charley (233)	Andrew (265)
Dicotiledóneas							
Monocotiledóneas-Palmas							
Butia capitata	Palmera pindó	97	—	—	—	—	—
Sabal palmetto	Palmera de sabal o de col	97	92	100	80	92	93
Washingtonia robusta	Palma Washingtonia	—	80	—	—	92	—
Coníferas							
Juniperus virginiana var. *silicicola*	Cedro rojo del sur	92	—	60	61	—	—
Pinus clausa	Pino de arena	61	4	58	48	—	—
Pinus ellitotii var. *Elliotii* and var. *densa*	Pino elliotii	95	90 (*densa*)	96	72	79 *(densa)*	73 *(densa)*
Pinus glabra	Pino de Virginia	—	—	—	46	—	—
Pinus palustris	Pino de hoja larga	90	—	94	59	57	—
Pinus taeda	Pino taeda	—	—	82	66	—	—
Taxodium distichum	Ciprés calvo	—	—	—	—	95	—

[a] Especies invasivas, uso prohibido en Florida.

* La supervivencia se define como el porcentaje de árboles que permanecen en pie tras un huracán. Los números presentados son para las especies de árboles que tienen una muestra igual o mayor a 20 (n=20) por cada huracán. Las Diferencias Mínimas Significativas al p=0.05, son 35 % para Jeanne, 35 % para Ivan, y 30 % para Charley. Los porcentajes de supervivencia para Erin y Opal son de Duryea 1997; y los de Andrew son de Duryea et al. 1996.

Tabla 2. Resultados del estudio de arboristas, científicos y especialistas en silvicultura en Florida.*

Nombre científico	Nombre común	Resistencia al viento						Valor p	Total N
		Alta		Media		Baja			
		N	%	N	%	N	%		
Dicotiledóneas y pinos									
Acer negundo	Arce negundo	1	8	6	50	5	42	n.s.	12
Acer palmatum	Arce japonés	6	50	6	50	0	0	n.s.	12
Acer rubrum	Arce rojo	12	20	32	52	17	28	0,0049	61
Acer saccharinum	Arce plateado	0	0	10	45	12	55	n.s.	22
Acer saccharum subsp. *floridanum*	Arce azucarero de Florida	2	11	11	61	5	28	0,0302	18
Betula nigra	Abedul de río	11	39	16	57	1	4	0,0019	28
Carpinus caroliniana	Carpe americano	7	50	6	43	1	7	n.s.	14
Carya glabra	Nogal amargo	11	41	14	53	3	7	0,0131	27

Carya illinoinensis	Nogal pecanero	6	21	9	32	13	47	n.s.	12
Carya tomentosa	Nogal tormentoso	6	50	6	50	0	0	n.s.	12
Celtis laevigata	Almez del sur	4	15	18	70	4	15	0,0005	26
Celtis occidentalis	Almez común	2	18	5	46	4	36	n.s.	11
Cercis canadensis	Cercis de Canadá	14	48	8	28	7	24	n.s.	29
Chionanthus virginicus	Árbol de las barbas	7	50	5	36	2	14	n.s.	14
Cornus florida	Cornejo florido	9	60	6	40	0	0	n.s.	15
X *Cupressocyparis leylandii*	Ciprés de Leyland	7	22	11	41	12	37	n.s.	15
Diospyros virginiana	Caqui americano	14	56	9	36	2	8	0,0128	25
Eucalyptus cinerea	Eucalipto dólar de plata	2	13	9	56	5	31	n.s.	16
Eriobtrya japonica[c]	Níspero del Japón o loquat	9	24	24	63	5	13	0,0004	38
Fraxinus americana	Fresno americano	3	24	5	38	5	38	n.s.	13
Fraxinus pennsylvanica	Fresno verde	3	24	5	38	5	38	n.s.	13
Ilex cassine	Acebo dahoon	34	76	10	22	1	2	0,0001	46
Ilex opaca	Acebo americano	21	75	6	21	1	4	0,0001	46
Ilex vomitoria	Acebo yaupón	28	81	7	19	0	0	0,0004	37
Juniperus virginiana var. *silicicola*	Cedro rojo del sur	14	28	18	35	19	37	n.s.	51
Lagerstoemia indica	Crespón	55	83	11	17	0	0	0,0001	66
Liriodendron tulipifera	Árbol tulipán	2	8	14	58	8	33	0,0111	24
Liquidambar stryaciflua	Liquidámbar	18	43	21	50	3	7	0,0013	42
Magnolia grandiflora	Magnolia del sur	45	82	9	16	1	2	0,0001	55
Magnolia virginiana	Magnolia dulce	15	42	17	47	4	11	0,0169	36
Magnolia x *soulangiana*	Magnolia de Soulange	8	44	9	50	1	6	0,0421	18
Morus rubra	Morera roja	6	23	14	54	6	23	n.s.	26
Myrica cerifera	Mirto de cera	18	33	15	28	21	39	n.s.	54
Nyssa aquatica	Tupelo de agua	7	58	5	42	0	0	n.s.	12
Nyssa sylvatica	Tupelo negro	14	58	9	38	1	4	0,0469	24
Ostrya virginiana	Carpe de lúpulo americano	8	67	4	33	0	0	n.s.	12
Pinus glabra	Pino glabro	7	54	1	8	5	38	n.s.	13
Pinus elliottii var. *elliottii*	Pino elliottii	16	25	36	57	11	18	0,0002	63
Pinus palustris	Pino de hoja larga	23	56	13	32	5	12	0,0017	41
Pinus taeda	Pino taeda	7	20	19	54	9	26	0,0289	35
Platanus occidentalis	Sicómoro	17	38	21	48	6	14	n.s.	44
Prunus angustifolia	Ciruelo Chickasaw	12	50	8	33	4	17	n.s.	24
Prunus caroliniana	Laurel cerezo de Carolina	5	16	15	48	11	36	n.s.	31
Prunus serotina	Cerezo negro	4	18	10	46	8	36	n.s.	22

Pyrus calleryana	Peral de Callery 'Bradford'	5	21	5	21	14	58	0.0342	24
Quercus alba	Roble blanco	6	55	5	45	0	0	0,0539	11
Quercus falcata	Roble rojo del sur	4	20	15	75	1	5	0,0003	20
Quercus geminata	Roble vivo de arena	36	92	2	5	1	3	0,0001	39
Quercus laevis	Roble de pavo	17	47	16	45	3	8	0,0062	36
Quercus laurifolia	Roble laurel	3	4	27	39	39	57	0,0001	69
Quercus michauxii	Roble castaño de pantano	8	50	8	50	0	0	n.s.	16
Quercus myrtifolia	Roble mirto	13	76	4	24	0	0	0,0290	17
Quercus nigra	Roble de agua	3	8	14	36	22	56	0,0009	39
Quercus phellos	Roble sauce	1	8	8	67	3	25	0,0388	12
Quercus shumardii	Roble de Shumard	13	52	10	40	2	8	0,0207	25
Quercus stellata	Roble de postes	5	33	10	67	0	0	n.s.	15
Quercus virginiana	Roble vivo o siempreverde	64	89	8	11	0	0	0,0001	72
Salix x sepulcralis	Sauce llorón	2	12	8	50	6	38	n.s.	16
Taxodium distichum	Ciprés calvo	59	91	6	9	0	0	0,0001	65
Taxodium ascendens	Ciprés de estanque	41	91	4	9	0	0	0,0001	45
Tillia americana	Tilo americano	5	38	4	31	4	31	n.s.	13
Ulmus alata	Olmo alado	15	53	12	43	1	4	0,0030	28
Ulmus americana	Olmo americano	6	30	12	60	2	10	0,0224	20
Ulmus parvifolia	Olmo chino	7	23	11	35	13	42	n.s.	31
Vaccinium arboreum	Arándano arbóreo	11	85	2	15	0	0	0,0126	13
Palmas									
Butia capitata	Palmera pindó	34	79	7	16	2	5	0,0001	43
Phoenix canariensis	Palmera datilera canaria	49	89	4	7	2	4	0,0001	55
Phoenix dactylifera	Palmera datilera	33	94	2	6	0	0	0,0001	35
Sabal palmetto	Palma sabal	71	99	1	1	0	0	0,0001	72
Washingtonia robusta	Palma Washingtonia	29	54	16	29	9	17	0,0033	54

[c] Precaución: puede usarse pero debe ser controlada para evitar su expansión en Florida (UF/IFAS, 2018).

[*] Clasificaciones de resistencia al viento de las especies de árboles de la llanura costera del sureste de EE. UU. N es el número de encuestados para cada especie, de un total de ochenta y cinco expertos. Los valores P del test chi-cuadrado para proporciones iguales indican el nivel de significancia de que una o más de las categorías sean diferentes de las demás; n.s. significa que no hay diferencia significativa entre las categorías de alta, media y baja (p>0.05).

[1] El Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) es una Institución con Igualdad de Oportunidades autorizada para proporcionar investigación, información educativa y otros servicios solo a personas e instituciones que operan en cumplimiento con las leyes y políticas federales y estatales aplicables de no discriminación. Para obtener más información sobre cómo obtener otras publicaciones de UF/IFAS Extension, comuníquese con la oficina UF/IFAS Extension de su condado. U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A&M University Cooperative Extension Program y Boards of County Commissioners Cooperating. Andra Johnson, decano de UF/IFAS Extension.

[2] Mary L. Duryea, professor emeritus, School of Forest, Fisheries, and Geomatics Sciences; and former associate dean for research, director of Florida Agricultural Experiment Station; Eliana Kampf, former urban forester, School of Forest, Fisheries, and Geomatics Sciences; Allyson Salisbury, assistant teaching professor, urban forestry, Rutgers Department of Ecology, Evolution, and Natural Resources, New Brunswick, NJ; Richard Hauer, professor emeritus, urban forestry, UWSP College of Natural Resources, Stevens Point, WI; Ryan Klein, profesor asistente en arboricultura, School of Forest, Fisheries, and Geomatics Sciences; Michael G. Andreu, profesor asociado, sistemas forestales, School of Forest, Fisheries, and Geomatics Sciences; Andrew Koeser, profesor asociado de manejo de paisaje, School of Forest, Fisheries, and Geomatics Sciences, UF/IFAS Gulf Coast Research and Education Center; Alyssa Vinson, agente de Extensión II, M.S., silvicultura urbana, UF/IFAS Extension Hillsborough County; UF/IFAS Extension, Gainesville, FL 32611.

El Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) es una Institución con Igualdad de Oportunidades autorizada para proporcionar investigación, información educativa y otros servicios solo a personas e instituciones que operan en cumplimiento con las leyes y políticas federales y estatales aplicables de no discriminación. Para obtener más información sobre cómo obtener otras publicaciones de UF/IFAS Extension, comuníquese con la oficina UF/IFAS Extension de su condado. U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A&M University Cooperative Extension Program y Boards of County Commissioners Cooperating. Andra Johnson, decano de UF/IFAS Extension.