Agronomía Mesoamericana

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Nota técnica
Volumen 31(2):491-498. Mayo-agosto, 2020
e-ISSN 2215-3608, doi:10.15517/am.v31i2.38417

Efecto de la temperatura y la escarificación sobre la germinación de *Ischaemum rugosum* Salisb.[1]

Effect of temperature and scarification over the germination of *Ischaemum rugosum* Salisb.

Mary Pamela Portuguez-García[2], Ana María Rodríguez-Ruiz[2], Carolina Porras-Martínez[3], María Isabel González-Lutz[4]

[1] Recepción: 5 de agosto, 2019. Aceptación: 25 de noviembre, 2019. Este trabajo formó parte del proyecto No B6017 inscrito en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica.
[2] Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Programa de Malezas. Alajuela, Costa Rica. mary.portuguez@ucr.ac.cr (autora de correspondencia; https://orcid.org/0000-0002-3520-7699); amrodriguezster@gmail.com
[3] Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica, San José, Costa Rica. cporrasmartinez@gmail.com (https://orcid.org/0000-0003-1157-8011).
[4] Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística. San José, Costa Rica. mariaisabel.gonzalezlutz@ucr.ac.cr (https://orcid.org/0000-0002-3073-7746).

Resumen

Introducción. La ruptura de latencia de *Ischaemum rugosum* Salisb. es un aspecto crítico de su fisiología, por lo que su conocimiento resulta indispensable para establecer medidas acertadas acerca de su manejo. **Objetivo.** Determinar si la temperatura de almacenamiento y la escarificación influyen en la germinación de *I. rugosum* Salisb bajo condiciones controladas. **Materiales y métodos.** El trabajo se realizó en octubre del 2015, en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno y en el Laboratorio Oficial de Análisis de Calidad de Semillas, ambos de la Universidad de Costa Rica. Se evaluó el efecto de la escarificación (semillas con glumas y semillas sin glumas), la temperatura de almacenamiento de la semilla (refrigerada a 5 °C y temperatura ambiente 23,9 °C) y la temperatura en la cámara de germinación (27 °C y 30 °C). Se contabilizaron las semillas germinadas para cada tratamiento. **Resultados.** Las interacciones dobles fueron significativas. La semilla almacenada a temperatura ambiente tuvo la ventaja de mayor germinación sobre la semilla no escarificada (2,35 a 1), y en este tipo de semilla la germinación se dio por igual en las dos temperaturas de la cámara de germinación. Con respecto a la semilla almacenada en refrigeración, la semilla escarificada tuvo una ventaja de germinar de 11,9 a 1 sobre la no escarificada. En el caso de la temperatura de germinación, 27 °C tuvo una ventaja de 11,3 a 1 sobre 30 °C. **Conclusión.** La temperatura de almacenamiento y la de la cámara de germinación tuvieron influencia sobre la germinación de semillas escarificadas y no escarificadas.

Palabras clave: malezas, dormancia, semillas, almacenamiento, cámara de germinación.

Abstract

Introduction. The rupture of the *Ischaemum rugosum* Salisb. latency is a critical aspect of its physiology, so its knowledge is indispensable to establish accurate measurements regarding its management. **Objective.** Determine if

Agronomía Mesoamericana es desarrollada en la Universidad de Costa Rica bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escriba a pccmca@ucr.ac.cr o pccmca@gmail.com

storage temperature and scarification influence the germination of *I. rugosum* under controlled conditions. **Materials and methods.** The work was carried out in October 2015 at the Fabio Baudrit Moreno Experimental Station and the Official Seed Quality Analysis Laboratory, both at the Universidad de Costa Rica. The effect of scarification (seeds with glumes and seeds without glumes), the seed storage temperature (refrigerated at 5 °C and environment temperature 23.9 °C), and the germination chamber temperature (27 °C and 30 °C) were evaluated. Germinated seeds were counted for each treatment. **Results.** Double interactions were significant. Seed stored at room temperature had the advantage of higher germination than non-scarified seed (2.35 to 1), and in this type of seed occurs equally in the two temperatures of the germination chamber. In relation to the seed stored in refrigeration, scarified seed had an advantage of germinating at 11.9 to 1 over the non-scarified seed. In the case of germination temperature, 27 °C had an advantage of 11.3 to 1 over 30 °C. **Conclusion.** The storage and germination temperature had an influence on the scarified and non-scarified seed's germination.

Keywords: weeds, dormancy, seeds, storage, germination chamber.

Introducción

En el cultivo del arroz, las malezas representan el principal problema, estas pueden llegar a producir un 70 % de pérdidas en la producción, debido a la competencia que le generan al cultivo (SAG, 2003). La maleza *I. rugosum* provoca una mayor interferencia al inicio del macollamiento del arroz y puede provocar una pérdida en el rendimiento del 84 %. Además de la interferencia, ocasiona volcamiento y contaminación de la cosecha (Vallejos-Soto, 1995) y es huésped natural del hongo *Pyricularia* sp. (Richards, 2015) y del virus del moteado del arroz (RYMV) (Konate et al., 1997).

I. rugosum Salisb. ha sido reportada en Venezuela como resistente a herbicidas inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS) (Hernández, 2011; Ortiz et al., 2013) y en Colombia a herbicidas inhibidores del acetil coenzima A carboxilasa (ACCase) (Valverde, 2007). Ante ello, se deben buscar estrategias que contemplen el estudio bioecológico de la maleza (Labrada, 2004) para brindar a los productores estrategias acertadas para su control.

Una característica de las malezas es la desuniformidad en la germinación, dada por sus mecanismos de latencia, lo cual hace posible que las mismas puedan generar un banco persistente de propágulos en el suelo, capaz de infestar los campos de forma discontinua (Labrada et al., 1996). Además, esta desuniformidad, es un obstáculo no solo cuando se requiere hacer trabajos de manejo del banco de semilla, sino cuando se necesita a nivel de invernadero germinación uniforme para evaluar la resistencia, así como el manejo o control de esta especie.

Entre algunos de los factores que influyen en el proceso germinativo se encuentra la temperatura. Una vez que los tejidos de las semillas se han rehidratado, la temperatura regula la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla para desencadenar la germinación (Pérez, 2003). Semillas provenientes del trópico germinan a una temperatura mayor en comparación con las que se originan en un clima a bajas temperaturas *(*Dürr et al., 2015), para el caso del *I. rugosum* Salisb., en Venezuela se ha reportado que, a temperaturas constantes de 28 °C, con humedad relativa del 80 %, 12:12 h de luz:oscuridad se logra uniformidad en la germinación (Jarma et al., 2007). En Malasia reportaron valores de 43 % hasta 100 % de germinación bajo temperaturas de 25-30 °C (Bakar y Nabi, 2003). En Costa Rica, semillas de *I. rugosum* Salisb. pretratadas durante una hora a altas temperaturas de 40 y 60 °C provocaron altos porcentajes de germinación, no obstante, los resultados no tuvieron diferencias significativas con el testigo colocado a temperatura ambiente (28 °C) (Vargas, 1994).

Agron. Mesoam. 31(2):491-498, mayo-agosto, 2020
ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v31i2.38417

La escarificación de las semillas de *I. rugosum* Salisb. juega un importante papel, debido a que la dormancia en esta especie está relacionada con la presencia de glumas, las cuales inducen a latencia (Pabón, 1983; Marenco y Santos, 1999; Jarma et al., 2007; Awan et al., 2014).

El objetivo de este trabajo fue determinar si la temperatura de almacenamiento, y la escarificación influyen en la germinación de *I. rugosum* Salisb. bajo condiciones controladas.

Materiales y métodos

Este trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de malezas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM), ubicado en La Garita de Alajuela (en su primera etapa) y en el laboratorio (Laboratorio Oficial de Análisis de Calidad de Semillas) del Centro de Investigación en Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica, situado en San Pedro de Montes de Oca, San José (segunda etapa).

Para este experimento se empleó semilla de *I. rugosum* Salisb., proveniente de un lote de arroz situado en Playa Bandera, en el cantón de Parrita de la provincia de Puntarenas, entre las coordenadas 9°30'32,28"N y 84°23'4,82"O. Las semillas se recolectaron el mes de noviembre del año 2014. Se recorrió el lote de forma aleatoria. La semilla se colectó de los racimos maduros y se colocó en bolsas plásticas; estas fueron trasladadas al laboratorio de malezas donde se almacenaron en envases plásticos y se colocaron unas a temperatura ambiente (TA) a 23,9 °C y otras a temperatura refrigerada (TR) en una cámara fría a 5 °C.

El ensayo se realizó en octubre del 2015 (once meses despues de colectada la semilla). Según correspondiera a cada tratamiento, se utilizó semilla de *I. rugosum* Salisb. con glumas y sin glumas, y proveniente de ambas temperaturas de almacenamiento descritas en el párrafo anterior. Cuando se empleó semilla TR, esta se sacó de la cámara fría tres semanas antes de su uso. La estructura con glumas se denomina artículo o espiguilla, y la estructura sin glumas se denomina cariópside. Para la obtención de la cariópside fue necesaria su extracción, lo cual se consiguió removiendo las glumas con ayuda de una pinza y con cuidado de no punzar o causar daños a la cariópside. En la primera etapa y previo a la siembra, las semillas se embebieron en 25 ml de agua destilada durante 24 h, transcurrido ese periodo se sacaron de imbibición y se dejaron en reposo por 24 h.

En la segunda etapa se hicieron las pruebas de germinación, en las que se usaron platos Petri de 9 cm de diámetro y 1,5 cm de alto, a cada plato se le colocó papel filtro en el fondo y sobre este veinte semillas, se adicionó agua destilada para proveerles suficiente humedad. Los platos se trasladaron a una cámara de germinación marca Hiotech a 27 °C y a un cuarto de germinación a 30 °C, bajo ambas condiciones se mantuvo la temperatura correspondiente de forma constante, así como la humedad relativa al 99,9 % y bajo un fotoperiodo de 12 h luz y 12 h oscuridad. Las condiciones descritas se tomaron del estudio de Vargas (1994).

Los tratamientos se distribuyeron al azar, en total se realizaron tres réplicas de cada uno de ellos, con un arreglo factorial que contempló tres factores: la condición de semilla (Cs) (semilla con glumas (CG) y sin glumas (SG)), la condición de almacenamiento (CondAlm) (semillas provenientes de temperatura ambiente (TA) y de temperatura de refrigeración (TR)), y temperatura de la cámara (Tem cam) a 27 °C y a 30 °C (Factor 3) (Cuadro 1). La variable de respuesta fue el número de semillas germinadas por unidad experimental (plato Petri), el conteo se realizó a los 8 y 15 días después de sembradas las semillas (dds). A los 8 días luego de realizar la primera evaluación, se sacaron las plántulas germinadas de sus respectivos platos.

Cuadro 1. Tratamientos empleados en el ensayo de germinación de semillas de *I. rugosum* Salisb. bajo condiciones controladas. San José, Costa Rica. 2015.

Table 1. Treatments used in the germination test of *I. rugosum* Salisb. under controlled conditions. San José, Costa Rica. 2015.

Tratamiento	Temperatura de almacenamiento	Condición de la semilla	Temperatura en la cámara (°C)
1	Ambiente	Sin glumas	27
2	Ambiente	Con glumas	27
3	Refrigeración	Sin glumas	27
4	Refrigeración	Con glumas	27
5	Ambiente	Sin glumas	30
6	Ambiente	Con glumas	30
7	Refrigeración	Sin glumas	30
8	Refrigeración	Con glumas	30

El análisis estadístico se realizó con los resultados de las evaluaciones a los 15 días después de la siembra (dds). Dado que la variable de respuesta es dicotómica (germinada, no germinada) se utilizó regresión logística con el siguiente modelo:

$$In\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{23} X_{23} + \beta_{123} X_{123} + \varepsilon$$

Donde:

$\left(\frac{p}{1-p}\right)$ = ventaja de germinación (porcentaje de semillas germinadas en cada condición vs. porcentaje de semillas no germinadas).

X_1 = escarificación (1= semilla escarificada, -1= semilla no escarificada).

X_2 = temperatura de almacenamiento (1= temperatura ambiente, -1= refrigerada).

X_3 = temperatura de la cámara de germinación (1= 27 °C, -1= 30 °C).

X_{ij} = términos de interacciones dobles.

X_{ijk} = interacción triple.

Para evaluar el modelo descrito se empleó el programa estadístico JMP versión 12.

Resultados

En un arreglo factorial el interés principal es el análisis de las interacciones, si la interacción triple es significativa, esta es la única que se debe interpretar; si no lo es, se interpretan las interacciones dobles que sean significativas. Un efecto simple solo se analiza si el factor no interactúa con ningún otro.

En el Cuadro 2 se puede apreciar que la interacción triple fue no significativa (p= 0,3788), lo mismo que la interacción entre la condición de la semilla y la temperatura de la cámara (p= 0,2112). Por esta razón, se decidió evaluar el modelo suprimiendo estos dos efectos y el resultado se muestra en el Cuadro 3, en el que se observa que todos los efectos son significativos. Procede, entonces, interpretar las interacciones entre la temperatura de almacenamiento y la condición de la semilla, y entre la temperatura de almacenamiento y la temperatura de cámara.

Agron. Mesoam. 31(2):491-498, mayo-agosto, 2020
ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v31i2.38417

Cuadro 2. Resultados de la evaluación del modelo de regresión logística en el ensayo de germinación de semillas de *I. rugosum* Salisb. bajo condiciones controladas, a los 15 días después de sembradas las semillas. San José, Costa Rica. 2015.

Table 2. Evaluation results of the logistic regression model in the seed germination test of *I. rugosum* Salisb. under controlled conditions, 15 days after sowing the seeds. San José, Costa Rica. 2015.

Término	Estimación	Prob > Ji cuadrado
Constante del modelo	0,24	0,2241
Temperatura de almacenamiento [ambiente]	2,04	<,0001*
Condición de semilla [sin escarificar]	-0,48	0,0059*
Temperatura de almacenamiento [ambiente]*condición de semilla[sin escarificar]	0,77	<,0001*
Temperatura de la cámara [27 °C]	0,49	0,0043*
Temperatura de almacenamiento [ambiente]*temperatura de la cámara [27 °C]	-0,50	0,0045*
Condición de semilla [sin escarificar]*temperatura de la cámara [27 °C]	0,21	0,2336
Temperatura de almacenamiento [ambiente]*condición de semillas [sin escarificar]*temperatura de la cámara cam [27 °C].	0,17	0,3788

*Significativo al 5 % / *Significant at 5 %.

Cuadro 3. Resultados de la evaluación del modelo reducido de regresión logística en el ensayo de germinación de *I. rugosum* Salisb. bajo condiciones controladas a los 15 días después de sembradas las semillas. San José, Costa Rica. 2015.

Table 3. Evaluation results of the reduced logistic regression model in the germination test of *I. rugosum* Salisb. under controlled conditions, 15 days after sowing the seeds. San José, Costa Rica. 2015.

Término	Estimación	Prob > Ji cuadrado
Constante del modelo	0,29	0,0772
Temperatura de almacenamiento [ambiente]	2,07	<.0001
Condición de semilla [sin escarificar]	-0,41	0,0122
Temperatura de almacenamiento [ambiente]*condición de semilla [sin escarificar]	0,82	<.0001
Temperatura de la cámara [27 °C]	0,48	0,0013
Temperatura de almacenamiento [ambiente]*temperatura de la cámara [27 °C]	-0,48	0,0013

Los resultados presentados mostraron una ventaja de germinación de 2,35 a 1 de la semilla no escarificada cuando se almacenó a temperatura ambiente. En este tipo de semilla la germinación se dio por igual en las dos temperaturas de la cámara de germinación.

Cuando la semilla se almacenó en refrigeración, la semilla escarificada fue la que presentó una ventaja de germinar sustancial de 11,9 a 1 sobre la no escarificada, y la cámara de germinación a 27 °C tiene una ventaja de 11,3 a 1 sobre la de 30 °C.

Cuando se empleó semilla proveniente de la condición de almacenamiento a temperatura ambiente, solamente se produjo una mayor germinación cuando a dicha semilla se le dejaron las glumas y el resultado fue el mismo con la cámara de germinación a 27 °C que a 30 °C. La semilla que, previo a la prueba, se sometió a bajas temperaturas, necesitó que se le extrajeran las glumas para provocar un mayor número de semillas germinadas, o tuvo que ser sometida a temperaturas constantes en la cámara de germinación a 27 °C. La germinación estuvo influenciada por

el tipo de almacenamiento a la que se sometió la semilla, probablemente esta sea la razón por la cual al utilizar semilla a temperaturas de almacenamiento refrigerado (TR) se tuvo que extraer las glumas, y no se tuvo que extraer en caso de emplear semilla del almacenamiento a temperatura ambiente (TA).

Las temperaturas constantes en las cámaras de germinación a 30 °C y 27 °C no siempre favorecieron el proceso germinativo, la temperatura a 30 °C solamente provocó aumentos al emplear semilla de la condición de almacenamiento a temperatura ambiente, y en caso de la semilla a temperatura constante de 27 °C, se observó un aumento en las semillas que estuvieron almacenadas en refrigeración.

Discusión

Los resultados del presente estudio coincidieron con lo reportado por otros autores, en que *I. rugosum* Salisb. es una especie que requiere de altas temperaturas para desencadenar el proceso germinativo. Sin embargo, la temperatura que se aplicó en el presente ensayo fue constante por un lapso de quince días, comparado con otro estudio en el cual la semilla se mantuvo a temperaturas constantes durante doce días (Bakar y Nabi, 2003). En otros estudios, las temperaturas utilizadas no sobrepasaron las 24 h (Vargas, 1994; Jarma et al., 2007). Cabe resaltar, además, que la temperatura óptima de germinación es diferente a la temperatura que interrumpe el reposo (Herrera y Alizaga, 1995).

En algunos casos las temperaturas de almacenamiento refrigerada (TR) y ambiente (TA) resultaron inhibitorias, probablemente porque la condición no idónea haya inducido a las semillas a una latencia secundaria, misma que se genera cuando semillas no latentes experimentan condiciones no aptas para que ocurra germinación y por lo tanto, entran en letargo (Moreira y Nakagawa, 1988; Finch y Leubner, 2006). La pérdida de latencia primaria y la inducción de latencia secundaria en especies que son dependientes de la temperatura para iniciar su proceso germinativo, son eventos que determinan el momento en que ocurre la germinación, el grado de latencia tanto primaria como secundaria es sensible a las condiciones ambientales que experimentan las semillas (Murphey et al., 2015).

La presencia de las glumas son causantes de la latencia en *I. rugosum* Salisb., porque a nivel de campo las glumas provocan un retraso en la emergencia de esta especie. Sin embargo, en el presente estudio, la presencia de glumas no obstaculizó la germinación de las semillas, esto puede ser debido a que en algunos casos la latencia es de tipo fisiológico, la cual disminuye con el tiempo después de la maduración, en cambio si las condiciones no son apropiadas ocurre la dormancia secundaria (Murphey et al., 2015). En otro estudio, las semillas de *I. rugosum* Salisb. que tenían un año de colectadas al ser expuestas a varios tratamientos para romper su latencia, lograron porcentajes de germinación de 16 a 64 %, no obstante, semillas recién cosechadas sometidas a los mismos tratamientos no germinaron (Vargas, 1994). Al considerar que la semilla que se empleó en el presente estudio poseía alrededor de un año de colectada, la disminución de la latencia podría atribuirse un proceso de maduración de la semilla, que le permitió germinar bajo condiciones óptimas, tales condiciones fueron el almacenamiento a temperatura ambiente y las condiciones de temperatura provistas en cada cámara de germinación, así como los pretratamientos antes de la siembra.

Conclusiones

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo este trabajo, la temperatura y la escarificación influyeron en la germinación de *I. rugosum* Salisb., proceso que se vio favorecido por las condiciones de almacenamiento ambiental de 23,9 °C y temperaturas constantes de la cámara de germinación de 27 ºC o 30 ºC, sin necesidad de escarificar, dado

Agron. Mesoam. 31(2):491-498, mayo-agosto, 2020
ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v31i2.38417

que, al someterla a temperaturas bajas de almacenamiento fue necesario realizar la escarificación para promover la germinación; el proceso de remoción de glumas conllevó mayor tiempo en una prueba de germinación y además, bajo dicha condición de almacenamiento resultó eficaz una temperatura constante de la cámara de germinación a 27 °C.

Los resultados de este estudio podrían utilizarse como base para realizar otras pruebas que impliquen uso de semilla de maleza, por ejemplo, detección de resistencia y eficacia biológica.

Literatura citada

Awan, T.H., B.S. Chauhan, and P.C. Cruz. 2014. Physiological and morphological responses of *Ischaemum rugosum* Salisb. (Wrinkled Grass) to different nitrogen rates and rice seeding rates. PLoS One 9(6):e98255. doi:10.1371/journal.pone.0098255

Bakar, B.H., and L.N.A. Nabi. 2003. Seed germination, seedling establishment and growth patterns of wrinklegras (*Ischaemum rugosum* Salisb.). Weed Biol. Manag. 3(18):8-14. doi:10.1046/j.1445-6664.2003.00075.x

Dürr, C., J.B. Dickie, X.Y. Yang, and H. Pritchard. 2015. Ranges of critical temperature and water potential values for the germination of species worldwide: Contribution to a seed trait database. Agric. For. Meteorol. 200:222-232. doi:10.1016/j.agrformet.2014.09.024

Finch, W.E., and G. Leubner. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytol. 171:501-523. doi:10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x

Hernández, F. 2011. Evaluación de la resistencia de poblaciones de *Ischaemum rugosum* Salisb. a bispiribac sodio en lotes arroceros de la zona del Ariari, Meta. Tesis Msc., Universidad Nacional de Colombia, COL.

Herrera, J., y R. Alizaga. 1995. Efecto de la temperatura sobre la germinación de la semilla de china (*Impatiens balsamina*). Agron. Costarricense 19(1):79-84.

Jarma, A., J. Arbelaez, y J. Clavijo. 2007. Germinación de *Ischaemum rugosum* Salisb. en respuesta a estímulos ambientales y químicos. Rev. Temas Agrarios 12(2):31-41. doi:10.21897/rta.v12i2.1198

Konate, G., O. Traoré, and M.M. Coulibaly. 1997. Characterization of rice yellow mottle virus isolates in Sudano-Sahelian areas. Arch. Virol. 142:1117-1124. doi:10.1007/s007050050146

Labrada, R. (ed.). 2004. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO producción y protección vegetal 120. Addendum 1. FAO, Roma, ITA.

Labrada, R., J.C. Caseley, y C. Parker. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO producción y protección vegetal 120. FAO, Roma, ITA.

Marenco, R.A., and R.V. Santos. 1999. Wrinkledgrass and rice intra and interspecific competition. Rev. Bras. Fisiol. Veg. 11(2):107-111.

Moreira, N., y J. Nakagawa. 1988. Semillas. Ciencia, tecnología y producción. Agropecuaria Hemisferio Sur, Montevideo, URY.

Murphey, M., K. Kovach, T. Elnacash, H. He, L. Bentsink, and K. Donohue. 2015. DOG1-imposed dormancy mediates germination responses to temperature cues. Environ. Exp. Bot. 112:33-43. doi:10.1016/j.envexpbot.2014.11.013

Ortiz, A., S. Blanco, G. Arana, L. López, S. Torres, Y. Quintana, P. Pérez, C. Zambrano, y A. Fischer. 2013. Estado actual de la resistencia de *Ischaemum rugosum* Salisb. al herbicida bispiribac-sodio en Venezuela. Bioagro 25(2):79-89.

Pabón, R. 1983. Algunos aspectos biológicos de la maleza falsa caminadora (*Ischaemum rugosum*). COMALFI 84(34):3-47.

Pérez, F. 2003. Germinación y dormición de semillas. En: Consejería de Medio Ambiente, editor, Material vegetal de reproducción: manejo, conservación y tratamiento. Junta de Andalucía, Andalucía, ESP. p. 177-200.

Richards, G. 2015. Especies invasoras compendio. CABI, Wallingford, GBR. www.cabi.org/isc/datasheet/28909 (consultado 5 de mar del 2015).

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería). 2003. Manual técnico para el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). SAG, Comayagua, HON.

Vallejos, E., y A. Soto. 1995. Influencia del estado de desarrollo del arroz sobre su tolerancia al fenoxaprop-etilo y sobre la interferencia de la maleza Ischaemun rugosum. Agron Costarricense 19(2):67-63.

Valverde, B. 2007. Status and management of grass weed herbicide resistance in Latin America. Weed Technol. 21:310-323. doi:10.1614/WT-06-097.1

Vargas, M. 1994. Estudio del comportamiento de semillas de la maleza “La Falsa Caminadora” (*Ischaemum rugosum*) bajo diferentes condiciones de siembra, temperatura y humedad. BOLTEC 27(1):52-58.