

Caracterización anatómica de plantas de arroz sometidas a condiciones de déficit hídrico y lámina de agua

Anatomical characterization of rice plants under conditions of water deficit and water lamina

Rosalía Velásquez Salazar^{1*}, Félix García Ratia¹, Diego Diamont Pérez²,
María Perdomo Leiva¹ y Gelis Torrealba-Núñez²

¹Universidad Central de Venezuela (UCV). Facultad de Agronomía.

²Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA).

*Correo electrónico: rvelasquezsalazar@gmail.com.

RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.), puede desarrollarse en suelos anegados o no. El objetivo del trabajo fue caracterizar los cambios anatómicos asociados a la adaptación a estrés hídrico, bajo dos condiciones de manejo del agua. Para esto, se evaluaron las variedades 'Fundarroz PN-1', 'Cimarrón', 'Fonaiap-2000' y cuatro líneas experimentales, trasplantadas en campo bajo dos condiciones, sin estrés (inundación) y con estrés (riego intermitente). Se tomaron muestras de hojas y raíces de cinco plantas a los 42, 63, 88 y 95 días después del trasplante. Las muestras se deshidrataron con alcohol terbutílico, embebidas en bloques de parafina, cortadas y teñidas con la técnica Safranina-Fatsgreen. Las observaciones y las mediciones se efectuaron con el programa MOTIC ver. 2.0. En la hoja se tomaron datos de tamaño de la nervadura central, número de espacios; número de haces vasculares (NHV) en la nervadura y en la lámina, y número de células buliformes; en las raíces se midió y anotó el número de vasos xilemáticos, disposición del aerénquima, engrosamiento de la endodermis y grosor de la capa que rodea la endodermis. Para identificar los caracteres anatómicos de mayor variación entre variedades y condiciones de riego, se utilizó estadística descriptiva. El NHV y engrosamiento de la endodermis fueron los caracteres que presentaron mayor variación, observándose un aumento en el NHV de primero y segundo orden bajo condiciones de estrés, siendo Fonaiap-2000 y Somaclone 2, los únicos con haces vasculares de tercer orden. Los cambios en el engrosamiento de la endodermis pudieran estar asociados a la tolerancia al déficit hídrico.

Palabras clave: *Oryza sativa* L., anatomía, estrés hídrico, lámina foliar, raíz.

ABSTRACT

The rice (*Oryza sativa* L.), can be grown in waterlogged soil or not. The anatomical characterization of rice under two water management conditions was the main objective of this research in order to observe changes associated with adaptation to water stress. The cultivars 'Fundarroz PN-1', 'Cimarrón', 'Fonaiap 2000' and 4 experimental lines were evaluated, transplanted in the field under two conditions, without stress (flooding) and stress (intermittent irrigation). Samples of leaves and roots of five plants at 42, 63, 88 and 95 days after transplantation were studied. Samples were dehydrated in tertiary butyl alcohol, embedded in paraffin blocks, cut and stained with Safranin-Fatsgreen technique. Observations and measurements were made with the program MOTIC 2.0. Collected data were: leaf and leaf central rib sizes, number of spaces, and numbers of vascular bundles (NVB) in the rib and blade, bulliformes cell numbers; in roots, number of xylem bundles, aerenchyma arrangement, and thickening of endodermis and thickness of the layer surrounding endodermis were measured. To identify the anatomical characters of greater variation among genotypes and irrigation conditions descriptive statistic was used. The NVB and thickening of the endodermis were the characters that showed greater variation, it was observed an increase of the NVB in first and second order stress conditions. Fonaiap 2000 and Somaclone 2 were the only genotypes that showed third order vascular bundles. Changes in the thickening of the endodermis could be associated with tolerance to water deficit.

Key words: *Oryza sativa* L., anatomy, water stress, leaf blade, root.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el arroz (*Oryza sativa* L.) se cultiva principalmente bajo la modalidad de riego por inundación, sin embargo, se desarrolla bien en suelos no anegados. Las respuestas de tolerancia permiten el mantenimiento de la turgencia celular aún a potenciales hídricos foliares bajos; como consecuencia las plantas mantienen durante la baja disponibilidad de agua una actividad fotosintética reducida, capaz de soportar el crecimiento por un tiempo mayor (Chávez *et al.*, 2003; Araujo *et al.*, 2000; Chávez, 1991).

Asimismo la anatomía de la zona radical de las plantas se ve afectada durante el déficit hídrico, porque las raíces de las plantas aumentan el tejido aerenquimático para mayor difusión interna del oxígeno (Alfonso, 2006; Silva *et al.*, 1999).

Los estudios anatómicos de los órganos vegetativos, permiten determinar las posibles respuestas adaptativas de las plantas para hacer frente a medios estresantes. Bajo condiciones de estrés hídrico, la hoja generalmente presenta cambios en el tamaño de la nervadura central, número de haces vasculares (NHV), número y tamaño de las células buliformes; mientras que en la raíz se observó cambios en el grosor de la endodermis y exodermis, entre otras; como posibles mecanismos que confieren tolerancia a condiciones ambientales desfavorables sin afectar el rendimiento del cultivo de arroz (Diamont *et al.*, 2005; Ortiz *et al.*, 2003).

Considerando que el mejoramiento del cultivo de arroz en Venezuela, está dirigido hacia la obtención de plantas adaptadas a condiciones de menor suministro de agua, y ante la necesidad de evaluar el efecto que tiene una condición de déficit hídrico sobre los posibles cambios en los caracteres anatómicos de los cultivares de arroz y su influencia en el rendimiento, el presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la anatomía de genotipos de arroz cultivados bajo condiciones de déficit hídrico y láminas de agua constante en Calabozo, estado Guárico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental de la sede del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Guárico,

en los Bancos de San Pedro, Calabozo. Se utilizó semillas de siete genotipos de arroz: 'LO2' (WAB894-B-5A2-1-2-M), 'Somaclon-1' (CT10 310-15-3-2P-4-3-S4), 'Somaclon-2' (CT10 310-15-3-2P-4-3-S5), 'Somaclon-3' (CT10 310-15-3-2P-4-3-S40), 'Fundarroz PN-1' (CT10 310-15-3-2P-4-3), 'Cimarrón' y 'Fonaiap 2000'.

La siembra en campo se realizó por trasplante a las dos condiciones de riego: lámina de agua y déficit hídrico, 45 días después de las plántulas en semillero. La condición de estrés hídrico fue inducida durante todo el ciclo del cultivo, suspendiendo el riego hasta la aparición de síntomas de enrollamiento foliar, a partir del cual se aplicó riego hasta la capacidad de campo.

Posterior al trasplante, se realizaron cuatro muestreos durante el desarrollo del cultivo, seleccionando al azar cinco plantas por muestreo, genotipo y condición de riego. Las muestras fueron conservadas en una solución FAA 70% hasta el momento de su procesamiento. Los estudios anatómicos se efectuaron en el Laboratorio de Anatomía del Centro de Investigaciones en Biotecnología Agrícola (CIBA) de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV), en Maracay.

Las muestras de raíz y hoja conservadas en FAA 70% (Roth, 1964) fueron cortadas en secciones transversales, tomando la parte media de la lámina foliar. Para el primero y segundo muestreo se seleccionó la última hoja expandida, mientras que para el tercero y cuarto muestreo se escogió la última hoja antes de la hoja bandera. Los segmentos de las raíces fueron obtenidos de muestras tomadas a 5 cm aproximadamente, por encima del ápice radical en cada muestreo, que se encontraban completamente desarrollados y en buen estado.

Las muestras fueron deshidratadas en una serie ascendente de alcohol terbutílico, luego embebidas en bloques de parafina y con la ayuda de un micrótopo rotativo se efectuaron cortes transversales de las mismas a un espesor de 10 μ . La tinción se llevó a cabo con la técnica de contraste Safranina-Fatsgreen (Esau, 1972; Roth, 1964). Las observaciones y registros fotográficos se realizaron en un microscopio de luz Marca Nikon, y las mediciones con el programa Motic ver. 2.0.

Se utilizaron los siguientes descriptores anatómicos para caracterizar las hojas y raíces de los siete genotipos bajo las dos condiciones de humedad del suelo: tamaño de la nervadura, número de espacios y NHV en la nervadura (primero, segundo y tercer orden), NHV en la lámina (primero, segundo y tercer orden) y número de células buliformes. En raíces: número de vasos xilemáticos, disposición del aerénquima, engrosamiento de la endodermis y capa que rodea la endodermis.

Con los datos obtenidos se procedió a analizar e identificar los caracteres anatómicos de mayor variación entre los genotipos y condiciones de riego, a través de la estadística descriptiva

(Jiménez, 2006), estimándose los valores mínimos y máximos, promedios, desviación estándar y coeficientes de variación, para cada genotipo en ambas condiciones de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características anatómicas de nervadura y lamina foliar

De acuerdo a los resultados obtenidos en las mediciones del tamaño de nervadura para ambas condiciones de humedad del suelo, se observó que no hay una correlación significativa entre la evaluación realizada y las diferentes fechas de muestreo (Figura 1).

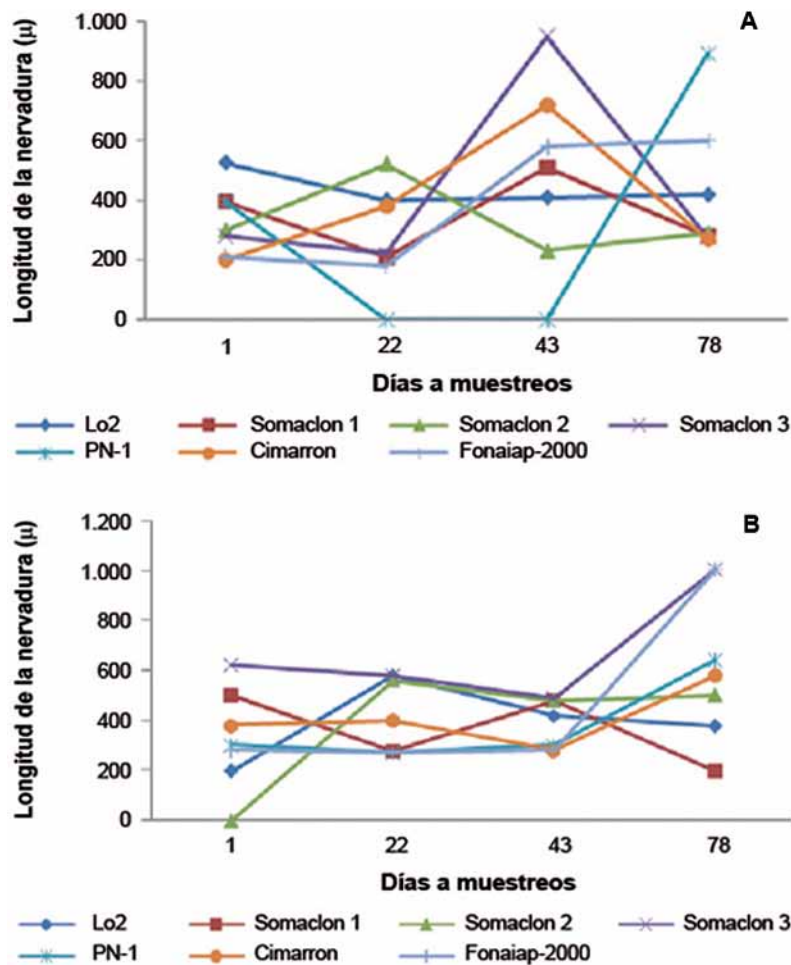


Figura 1. Tamaño de la nervadura central en hojas de siete genotipos de arroz; (A) con lámina de agua y (B) sin lámina de agua.

Esta variación en el comportamiento de los genotipos está sujeta a factores de tipo ambiental y genético, ya que existen fluctuaciones marcadas para cada uno de los genotipos en ambas condiciones de humedad.

En particular, la ausencia de homogeneidad dentro de los genotipos se debe a que los cultivares Somaclon 1, Somaclon 2 y Somaclon 3, provienen de un programa de inducción de variación somaclonal *in vitro* a partir de la variedad Fundarroz PN-1, lo que posibilita la variación expresada dentro de estos genotipos, que al igual que el cultivar LO2, proviene del cruzamiento con *Oryza glaberrima*. Sin embargo, Fonaiap-2000 y Cimarrón expresaron variaciones en el tamaño de la nervadura. Estas variaciones pudieran estar sujetas a la expresión del fenotipo por influencia del ambiente (Vega, 1988).

En la Figura 2 se observan los cambios que experimentaron los genotipos en el número de espacios aeríferos de la nervadura central. El aerénquima es un tejido común en plantas adaptadas a condiciones de inundación y los espacios aeríferos pueden variar dependiendo de las condiciones del suelo (Diamont *et al.*, 2007). En *Paspalum dilatatum* Poir se ha reportado que estos espacios pueden variar en cantidad y tamaño, disminuyendo el número de espacios y diámetro de los mismos, cuando las plantas son sometidas a condiciones de estrés hídrico (Vasellati *et al.*, 2001).

Estos resultados no son coincidentes con los encontrados en esta investigación, ya que se observaron respuestas contrastantes entre los genotipos en cada una de las condiciones de humedad, pudiendo estar asociado a la condición genética de cada material, como fue reportado por Diamont *et al.*, 2007.

Bajo condiciones de lámina de agua se pudo observar diferencias en el número y tamaño de espacios aeríferos dependiendo del genotipo. Para el Somaclon 2, en cada uno de los muestreos, se apreció un número máximo de dos espacios en la nervadura central, mientras que para el Somaclon 3 bajo esta misma condición, el valor máximo fue de seis en el tercer muestreo y dos espacios para el cuarto; por el contrario, en el genotipo Fundarroz PN-1 no se observó diferenciación de dichos espacios.

En condición de déficit hídrico, los genotipos Fonaiap-2000, Fundarroz PN-1 y Somaclon 3 evidenciaron un aumento en el número de espacios aeríferos en la nervadura central, encontrándose hasta seis espacios en Fonaiap-2000 a los 78 días después del trasplante (Figura 2a). Para condiciones de lámina de agua, el número de espacios fue menor (Figura 2b), lo que contradice lo hallado en *P. dilatatum* Poir y otras especies cultivadas bajo condiciones de estrés (Vasellati *et al.*, 2001). Para esta misma condición, se observó que los genotipos Somaclon 1 y Fundarroz PN-1 mostraron una tendencia al aumento de los haces vasculares de primer orden.

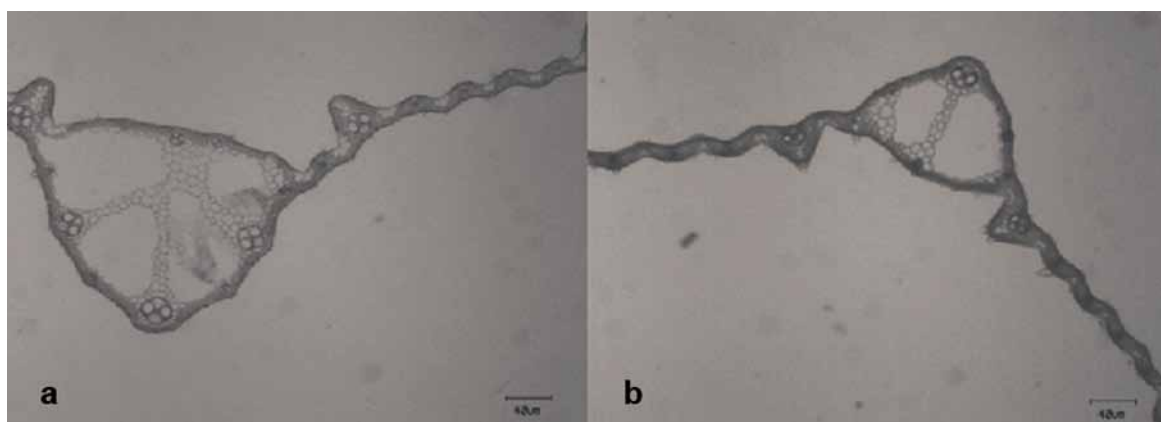


Figura 2. Número de espacios en la nervadura del genotipo 'Fonaiap 2000': a) sin lámina de agua; b) con lámina a los 78 días de muestreos.

Sin embargo, el valor máximo lo presentó el genotipo Cimarrón en el tercer muestreo, el resto de los materiales mostraron variabilidad en la tendencia, incluso el genotipo LO2 tendió a disminuir el número de estos haces vasculares en dos muestreos consecutivos (Figura 3Aa).

En la condición de déficit hídrico se observó un aumento en el NHV de primer orden, así lo manifestaron los genotipos Fonaiap-2000 y Fundarroz PN-1, siendo Fonaiap-2000 el de mayor representatividad, con un NHV de primer orden igual a diez (Figura 3Ab); el resto de los genotipos mantuvieron un rango comprendido entre 1 a 6 haces vasculares de primer orden.

Para la condición de lámina de agua, los cultivares Fonaiap-2000 y Fundarroz PN-1 mostraron

inicialmente un menor NHV en las nervaduras (Figura 3Ba), incluso Fundarroz PN-1, el cual no mostró la presencia de estos haces en el segundo muestreo. Para los siguientes muestreos, se observa un aumento en el NHV de segundo orden, obteniéndose valores máximos para los genotipos Fonaiap-2000 y Fundarroz PN-1, el resto de los genotipos se mantuvieron en un rango de 1 a 4; no obstante, Somaclon 3 presentó un valor de tres haces vasculares de segundo orden para cada muestreo (Figura 3Ba).

Bajo la condición de déficit hídrico se observó una tendencia positiva en el NHV de segundo orden para los genotipos Fundarroz PN-1, Somaclon-3, Fonaiap-2000 y LO2, el resto de los genotipos se desviaron de esta tendencia solo en el último muestreo (Figura 3Bb).

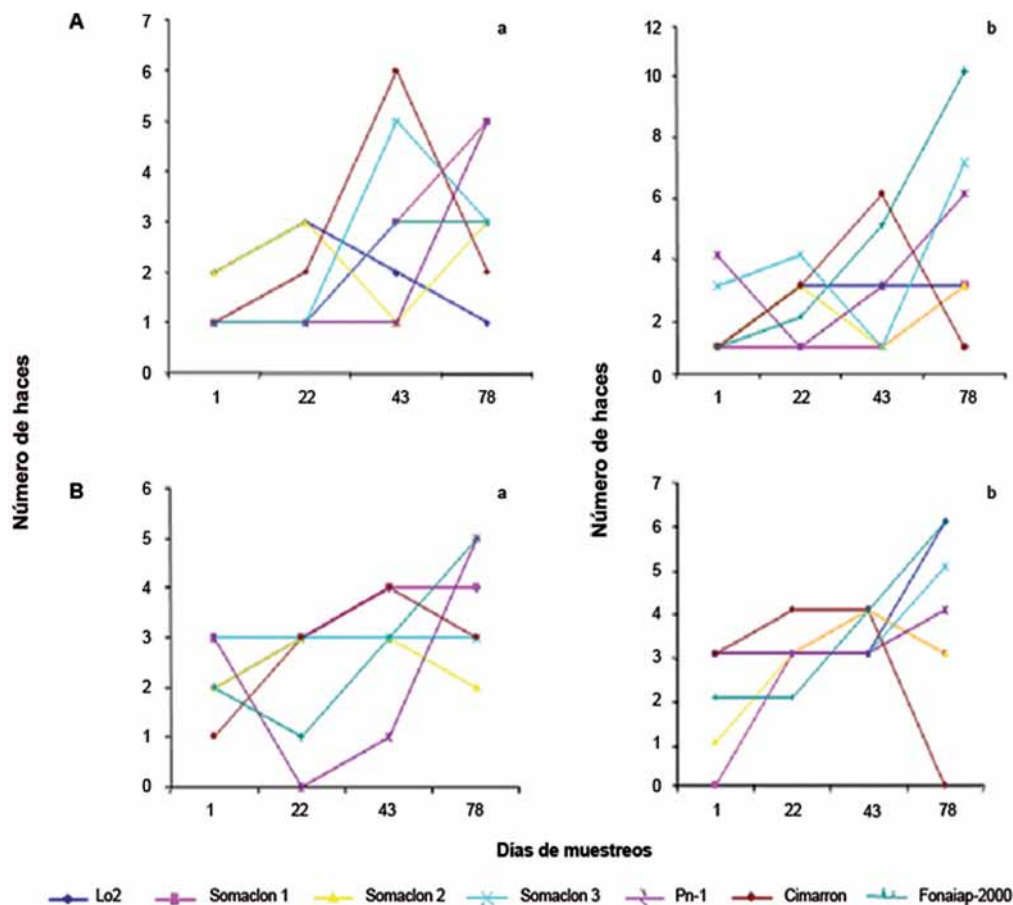


Figura 3. Número de haces vasculares de primer orden (A) y de segundo orden (B) en nervadura central de hojas de siete genotipos de arroz:(a) condición de lámina de agua; (b) sin lámina de agua.

Cuando se comparan ambas condiciones de humedad, los genotipos Fonaiap-2000 y Fundarroz PN-1 mantienen su aumento en el NHV de segundo orden, indicando una respuesta favorable a pesar de sufrir cambios en la disponibilidad de agua. El resto de los genotipos sufren marcadas variaciones en ambas condiciones. Solo el déficit hídrico al genotipo Somaclon 2, mostró la presencia de haz vascular de tercer orden (Figura 4). Diamont *et al.* (2007) reporta que esta característica es de interés en gramíneas, ya que le permite tolerar la condición de sequía impuesta, además, los vasos de menor diámetro pueden incrementar la resistencia al flujo de agua y su presencia por más tiempo en el tejido xilemático.

El NHV de primer orden en la lámina foliar de Fonaiap-2000, bajo la condición de lámina de agua, fue mayor en el tercer muestreo siendo su valor máximo de 17 (Figura 5Aa). En el resto de los muestreos todos los genotipos se mantuvieron en un rango entre 5-10 haces vasculares de primer orden (Figura 5Aa). Para la condición de déficit hídrico, el genotipo Somaclon 3 a partir del segundo muestreo incrementó su NHV de primer orden (19 haces vasculares), siendo el máximo valor para esta condición. Para el genotipo Fundarroz PN-1, se observó un aumento solo en el último muestro (18 haces vasculares), los demás genotipos se mantuvieron en un rango entre 5-8 haces (Figura 5Ab).

Al comparar ambas condiciones de humedad se pudo observar que no hubo cambios significativos en el NHV de la lámina foliar, ya que se mantuvieron en rango semejantes para ambas condiciones; a excepción del genotipo Somaclon-3 que se destacó por su desarrollo diferencial.

Bajo la condición de lámina de agua, se observó una tendencia al aumento en el NHV de segundo orden durante el desarrollo del cultivo, para el genotipo Fonaiap-2000 (Figura 5Ba), con un valor máximo de 31 para el cuarto muestreo, resultado similar fue observado en LO2 a excepción del último muestreo que evidenció una disminución. Los restante genotipos mantuvieron fluctuaciones en un rango comprendido entre 13 a 29 haces vasculares de segundo orden.

Por el contrario, para la condición de déficit hídrico, los genotipos LO2 y Fonaiap-2000 presentaron una tendencia a disminuir el NHV en todos los muestreos; donde el valor máximo se observó en el cultivar Cimarrón con 28 haces vasculares de segundo orden y el valor mínimo para los genotipos LO2 y Fonaiap-2000 con 13 haces vasculares. Somaclon 3 presentó una disminución en el NHV de segundo orden, pero solo en el cuarto muestreo, los demás cultivares se mantuvieron en un rango comprendido entre 13-20 haces vasculares en la lámina foliar (Figura 5Bb).

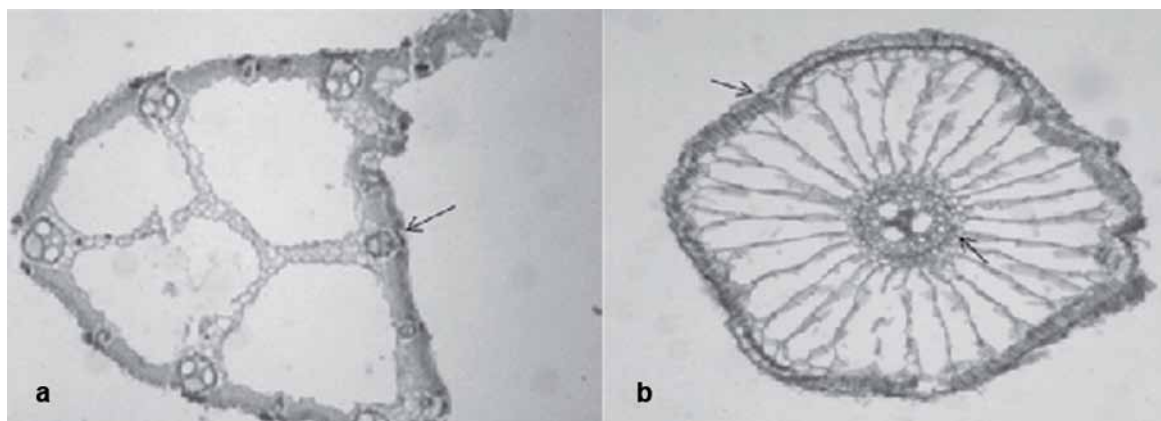


Figura 4. a) Haces vasculares de tercer orden en la nervadura del genotipo 'Somaclon 2' (22 ddM), condición sin lámina de agua, b) epidermis y endodermis radical engrosada de 'Fonaiap 2000' (22 ddM); condición lámina de agua.

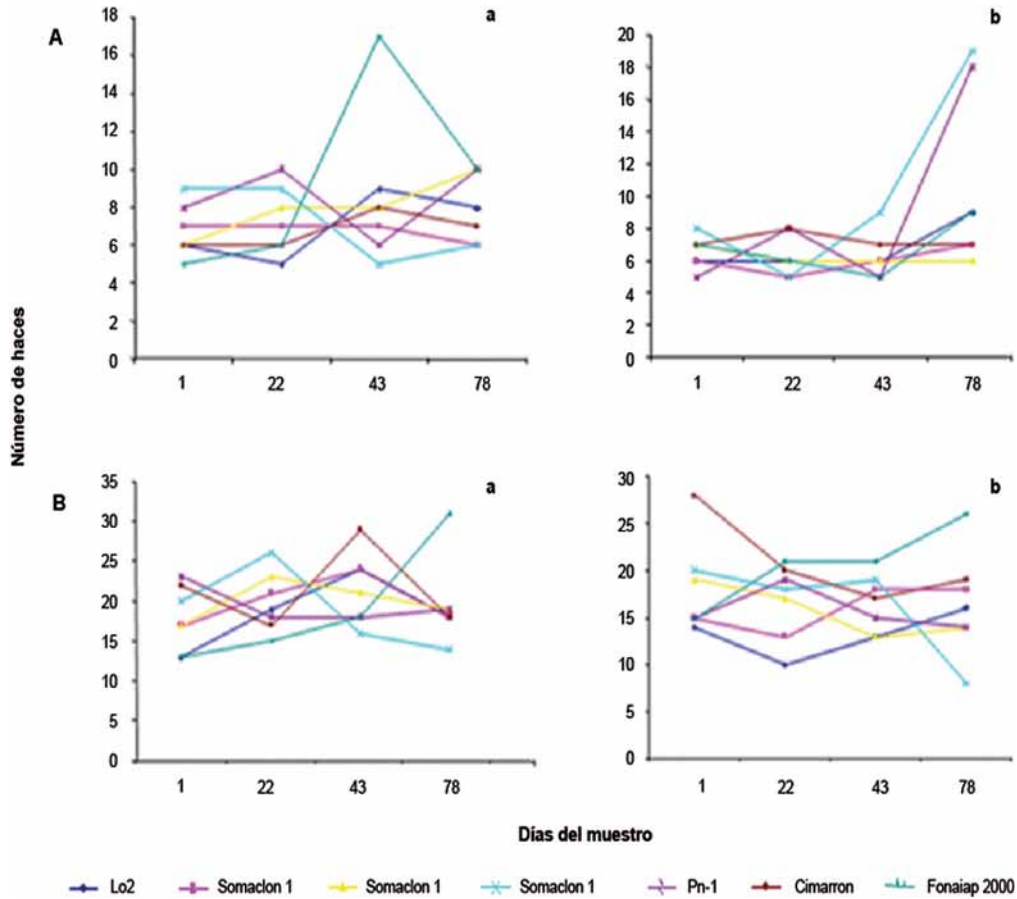


Figura 5. Número de haces vasculares de primer orden (A) y de segundo orden (B) en lámina foliar de siete genotipos de arroz: (a) condición de lámina de agua; (b) sin lámina de agua.

Los haces vasculares de tercer orden, para ambas condiciones de humedad, presentaron irregularidad en el desarrollo de todos los genotipos, probablemente se debe a diversos factores ambientales, genéticos y de manejo. Cabe destacar que los genotipos Somaclon 2 y Cimarrón; después del primer muestreo en la condición sin lámina de agua, mostraron desarrollo de los haces vasculares, lo cual indica una respuesta anatómica para esa condición (Diamont *et al.*, 2007; Van Rensburg *et al.*, 1994).

Células buliformes

No se observó diferencias significativas para el número de células buliformes en la lámina foliar, para ambas condiciones hídricas. Se mantuvo el número de células entre 18 a 36 de acuerdo

al genotipo, en cada uno de los muestreos realizados, probablemente esta característica se ve poco afectada por el ambiente.

Características anatómicas de la raíz

La evaluación de las características anatómicas de las raíces se hizo en los días de muestreo, con el fin de establecer una cronología de las observaciones realizadas en los siete genotipos de arroz bajo las condiciones de humedad establecidas. En el primer muestreo, bajo la condición de lámina de agua, no se observó engrosamiento en las células de la epidermis para seis de los genotipos, solo Fonaiap-2000 presentó un engrosamiento aparente (Figura 4b). En todos los genotipos se observaron dos capas de células esclerenquimáticas de forma rectangular.

A nivel del periciclo se observó una doble capa engrosada de células ovaladas; hacia la parte interna del periciclo se halló el tejido metaxilemático conformado por tres a cinco vasos metaxilemáticos.

Para la condición de estrés hídrico no se evidenció cambios en la epidermis, solo hubo cambios en el número de vasos metaxilemáticos comprendidos entre dos y cinco en los genotipos Somaclon 1 y Cimarrón, respectivamente. El resto mantuvieron constantes el número de vasos metaxilemáticos para las dos condiciones, el cual fue de cuatro.

La reducción en el número de vasos xilemáticos está relacionada con un mecanismo para enfrentar los efectos del estrés hídrico, producto de una menor actividad de las células del cambium, tal como lo señalan Garzón y García (2011). Respuestas similares fueron reportadas por Guenni *et al.* (2006) en estudios con *Brachiarias*.

Al comparar ambas condiciones de humedad durante el segundo muestreo, no se evidenciaron cambios en la estructura de la epidermis. En la endodermis, el genotipo Somaclon 2 presentó, en ambas condiciones, modificaciones en la estructura y arreglo de las células del tejido radical, no observándose la doble capa esclerenquimática que la rodea. De igual manera, el genotipo Somaclon 3 demostró cambios estructurales en la endodermis, solo bajo la condición de lámina de agua.

CONCLUSIONES

Las variables anatómicas medidas en las hojas, presentaron fluctuaciones marcadas, en ambas condiciones de humedad, indicando posibles tendencias favorables de adaptación.

Con relación a la anatomía de la raíz, se comprobaron solo cambios puntuales en la estructura de la endodermis, mientras que el resto de los componentes se mantuvieron inalterables.

Al comparar ambas condiciones de humedad durante el segundo muestreo, no se mostraron cambios en la estructura de la epidermis radical, de la doble capa esclerenquimática y la presencia de tejido aerífero; no obstante, en lo que concierne a la endodermis el Somaclon 2 presentó, en ambas

condiciones, modificaciones en la estructura y arreglo de las células que la componen, sin presentar la doble capa esclerenquimática que la rodea. De igual manera, el genotipo Somaclon-3 evidenció cambios estructurales en la endodermis, solo bajo la condición de lámina de agua. Similares resultados fueron encontrados durante el tercer muestreo.

Las características anatómicas que se vieron mayormente afectadas por las condiciones de déficit hídrico fueron, el área foliar: aumento en el número de espacios aeríferos en la nervadura principal y el NHV; en el tejido radical: reducción en el número de vasos xilemáticos. Sin embargo, es importante evaluar otras características anatómicas como grosor de la epidermis del tejido foliar y radical, así como la presencia o ausencia de aguijones o tricomas.

LITERATURA CITADA

- Alfonso R. 2006. Mejoramiento para la resistencia a la sequía en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L). 1er Curso de capacitación en mejoramiento en arroz. Disponible en línea: <http://www.fao.org/untad/arroz.html> [Mar. 15, 2007].
- Araujo F., T. De Aquino e E. Stacciarini-Seraphine. 2000. Procurando um arroz C4 mediante examen anatómico foliar. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* 12(3):246-254.
- Chaves M.M, J.P. Maroco and J.S. Pereira. 2003. Understanding plant responses to drought: from genes to the whole plant. *Funct. Plant Biol.* 30(3):239-264.
- Chaves M.M. 1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Experimental Botany* 42:1-16.
- Diamont Pérez D., N. Mariño Salcedo y M. Pérez. 2007. Características anatómicas cualitativas de la nervadura central en hojas de cinco cultivares de *Oryza sativa* L. y la maleza *Oryza rufipogon* Griff., en fase adulta. XVII. *Con. Ven. Bot.* pp. 389-391.
- Diamont Pérez D., N. Mariño Salcedo y J.I. Azkue. 2005. Diferencias anatómicas en hojas de dos especies del género *Oryza* (*Oryza rufipogon*

- Griff. y *Oryza sativa* L cv. Fonaiap-1) en tres fases del ciclo ontogenético. *Agronomía Trop.* 55(4):569-585.
- Esau K. 1972. *Anatomía Vegetal*. Ediciones Omega, S.A. 779 p.
- Garzón P. y M. García. 2011. Efecto del estrés por NaCl sobre la anatomía radical y foliar en dos genotipos de frijol [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Bioagro* 23(3):153-160.
- Guenni O., J. Gil, Z. Baruch, L. Márquez y C. Núñez. 2006. Respuestas al estrés hídrico en especies forrajeras de *Brachiaria* (Trin) Griseb (Poacea). *Interciencia* 31(7):505-511.
- Jiménez J. 2006. Caracterización morfológica y molecular del jardín clonal de cacao (*Theobroma cacao* L.) ubicado en la estación INIA-Miranda. Trabajo de grado, Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 58 p.
- Ortiz M., A. Silva, P. Silva y E. Acevedo. 2003. Estudios de parámetros hídricos en trigo (*Triticum aestivum* L.) y su uso en selección de genotipos resistentes a sequía. *Rev. Chilena de Historia Natural* 76(2):219-233.
- Roth I. 1964. *Microtecnia Vegetal*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. 88 p.
- Silva H., J. Martínez, C. Baginsky y M. Pinto. 1999. Efecto del déficit hídrico en la anatomía foliar de seis cultivares de Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Chilena de Historia Natural* 72:219-235.
- Van Rensburg L., G.H.J. Kruger and H. Krüger. 1994. Assessing the drought resistance and advantage of some anatomical and physiological features in *Nicotiana tabacum*. *Canadian Journal of Botany* 72(10):1.445-1.454.
- Vasellati V., M. Oesterheld, D. Medam and J. Loreti. 2001. Effect of flooding and drought on the anatomy of *Paspalum dilatatum*. *Annals of Botanic* 88(3):355-360.
- Vega P. 1988. *Introducción a la teoría de Genética Cuantitativa*. Ediciones de la Biblioteca Caracas. Universidad Central de Venezuela. 398 p.