

## Morfología, anatomía y endomicorrizas en el esporofito de *Doryopteris concolor* (Pteridaceae)\*

Hernández, Marcela A.<sup>1</sup>; Guillermo Terán<sup>1</sup>; Patricia L. Albornoz<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Morfología Vegetal, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251, (4000) Tucumán.  
mteran@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> Cátedra de Anatomía Vegetal, Fac. Cs. Naturales e IML. UNT. Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán.  
albornoz@csnat.unt.edu.ar

\* Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto "Biodiversidad de helechos y grupos emparentados del NOA".  
Financiado y subsidiado por Fundación Miguel Lillo.

► **Resumen** — Hernández, Marcela A.; Guillermo Terán; Patricia L. Albornoz. 2010. "Morfología, anatomía y endomicorrizas en el esporofito de *Doryopteris concolor* (Pteridaceae)". *Lilloa* 47 (1-2). *Doryopteris* Sm. es un género de distribución principalmente americana, representado por 26 especies. En Argentina habitan 7 especies, 5 de las cuales crecen en el Noroeste. *Doryopteris concolor* (Langsd. & Fisch.) Kuhn se distribuye desde América Central hasta Noroeste de Argentina. El objetivo del trabajo fue caracterizar la morfología, anatomía y endomicorrizas en el esporofito de esta especie. Se aplicaron técnicas anatómicas y endomicorrízicas convencionales. Los resultados muestran láminas con estructura dorsiventral, hipostomáticas con estomas de tipo polocítico, diacítico y anomocítico. Tricomas glandulares se presentan en superficie abaxial de la lámina y en el pecíolo. El pecíolo es terete en la base y semiterete en la porción distal y el rizoma es solenodictiostélico. Las raíces adventicias presentan una estructura primaria de tipo diarca y primaria avanzada, con las células corticales esclerosadas en diferentes grados. Se detecta y cuantifica la presencia de endomicorrizas y oscuros septados en las raíces. Se observaron esporas de *Glomus* sp. adheridas a las raíces. La anatomía del esporofito muestra caracteres xeromórficos.

**Palabras clave:** *Doryopteris concolor*, anatomía, endomicorrizas, *Glomus*, Pteridaceae.

► **Abstract** — Hernández, Marcela A.; Guillermo Terán; Patricia L. Albornoz. 2010. "Morphology, anatomy and endomycorrhizas in the sporophyte of *Doryopteris concolor* (Pteridaceae)". *Lilloa* 47 (1-2). *Doryopteris* Sm. is a genus with a distribution mainly American represented by 26 species. Seven species occur in Argentina, 5 of them grow in the Northwest. *Doryopteris concolor* (Langsd. & Fisch.) Kuhn is found from Central America to Argentina. The aim of this research was to characterize the morphology, anatomy and endomycorrhizas in the sporophyte of this species. Conventional anatomical and endomycorrhizal techniques were applied. The results show dorsiventral leaf blades, with polocytic, diacytic and anomocytic stomata. Glandular hairs are present on the abaxial lamina surface and on the petiole. The petiole is terete at base and distally semiterete, with 2 wings also in the distal portion, and the rhizome is solenodictiostelic. The adventitious roots present a primary diarch structure and advanced primary, with the cortical tissue with sclerenchymatic cells. Endomycorrhizas and dark septate fungi were found into the roots and quantified. Spores of *Glomus* sp. were observed on the root. The anatomy of the sporophyte shows xeromorphic characters.

**Keywords:** *Doryopteris concolor*, anatomy, endomycorrhizas, *Glomus*, Pteridaceae.

### INTRODUCCIÓN

*Doryopteris* Sm. es un género con 26 especies; la mayoría neotropicales, con centro de diversificación en el sudeste de Brasil (Sota *et al.*, 2001). En Argentina se citan seis especies: *Doryopteris concolor* (Langsd. & Fisch) Kuhn; *D. lorentzii* (Hieron.) Diels;

*D. crenulans* (Fée) H. Christ; *D. majestosa* Yesilyurt, *D. pentagona* Pic. Serm. y *D. lomariaceae* Kunze ex Klotzch. Las cinco primeras se distribuyen en el noroeste (Meza Torres *et al.*, 2006; Yesilyurt, 2007; Ponce *et al.*, 2008).

*Doryopteris concolor* es una especie pan-tropical, ampliamente distribuida en el continente americano, desde América Central hasta Brasil meridional, Paraguay, Uruguay

y Noroeste de Argentina. Su distribución ecológica abarca Pedemonte, Bosques Montanos Subtropical y Superior y Bosque Chaqueño Serrano entre los 300 y los 1800 msnm (Verwoort, 1981).

*Doryopteris concolor* pertenece al grupo de helechos cheilanthoides y se caracteriza por las láminas pedadas o palmadas. Presenta el mayor desarrollo soral sobre una nervadura comisural que conectan las terminaciones de las venillas. Sus esporangios presentan largos pedicelo, carácter que comparten con el resto de las especies del género y es la diferencia que presenta en relación al resto de los helechos cheilanthoides (Tryon, 1942; Cartaginense, 1977; Tryon y Tryon, 1982; Yesilyurt, 2008).

Los antecedentes morfológicos para la especie en estudio están relacionados con floras locales y hace referencia a hojas pentagonales, 2-3 pinnatífidas, nervaduras libres, pecíolo adaxialmente aplanado con alas en la porción distal del pecíolo, rizomas compactos y cortos con escamas (Tryon & Stolze, 1989; Moran, 1995; Sota *et al.*, 2001; Mickel & Smith, 2004).

Los antecedentes anatómicos para la familia Pteridaceae se relacionan con la descripción de la fronde citadas por Graçano *et al.* (2001). Hevly (1963) analizó las características anatómicas de los helechos cheilanthoides que habitan en ambientes desérticos. Hernández y Albornoz (2001), Hernández *et al.* (2005), Albornoz y Hernández (2006), realizan la descripción anatómica completa del esporofito de 10 especies de los géneros *Cheilanthes*, *Argyrochosma* y *Pellaea* que habitan en el noroeste de Argentina. Hernández *et al.* (2008), Albornoz *et al.* (2008), describen la anatomía de raíz y rizoma de cuatro especies del género *Cheilanthes*. Antecedentes morfológicos para el género *Doryopteris* son citados por Cartaginense (1977) y Terán *et al.* (2009).

Si bien es conocida la presencia de traqueidas en los helechos en general, actualmente hay un avance en el estudio del xilema principalmente acerca de la existencia de tráqueas o vasos en distintas familias (White, 1963; Carlquist & Schneider, 2007;

Luna *et al.*, 2008). Antecedentes de vasos en helechos cheilanthoides son citados por Carlquist & Schneider (1997, 2000) y Albornoz & Hernández (2006).

Las micorrizas juegan un papel clave en la supervivencia de las plantas y en el reciclaje de nutrientes en el ecosistema (Requena *et al.*, 2001). Las micorrizas arbusculares mejoran la nutrición de las plantas favoreciendo la absorción de nutrientes. Esta asociación simbiótica beneficia al hongo que recibe compuestos carbonados de la actividad fotosintética de la planta, necesarios para su desarrollo. Estos hongos promueven el crecimiento de plantas en diferentes condiciones ya sea en suelos salinos, contaminados con sustancias tóxicas o metales pesados y con bajo contenido en agua (Leyval *et al.*, 1997; Kaldorf *et al.*, 1999; Hildebrandt *et al.*, 2001).

Antecedentes sobre la presencia de endomicorrizas en Pteridaceae fueron citados por Cooper (1975, 1976), Zhao (2000), Lee *et al.* (2001) y Palmieri & Swartzell (2004). De los 16 géneros de esta familia, citados para el Cono Sur, escasas especies pertenecientes a *Doryopteris*, *Pellaea* y *Pteris* presentan micorrizas arbusculares (Wang & Qiu, 2006). En Argentina los antecedentes de este tipo de asociación, para Pteridaceae, fueron citados en *Pellaea ternifolia* (Cav.) Link subsp. *ternifolia* (Albornoz & Hernández, 2006), *Cheilanthes pruinata* Kaulf., *C. myriophilla* Desv. (Hernández *et al.*, 2008), *C. squamosa* y *C. bonariensis* (Albornoz *et al.*, 2008), especies que habitan en las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy. No se registran antecedentes a cerca de la anatomía y las endomicorrizas en *D. concolor*.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la anatomía foliar, de rizoma y raíz, evaluar las endomicorrizas nativas asociadas y revisar la morfología de esta especie.

## MATERIALES Y METODOS

### ÁREAS DE MUESTREO

Los muestreos se realizaron en las provincias de Tucumán, Salta y Santiago de Estero. Se colectaron al azar un total de 23 indi-

viduos para estudio anatómico y se realizaron 5 repeticiones por cada individuo. Se trabajó con material fresco y herborizado. Para el análisis endomicorrícico se colectaron 15 sistemas radicales. Ejemplares de referencia fueron depositados en el Herbario LIL.

#### TÉCNICAS UTILIZADAS

Parte del material colectado fue fijado en FAA (1:1:8 v/v/v formaldehído: ácido acético glaciado: alcohol etílico 80%).

Para el estudio de las epidermis se utilizó la técnica de diafanizado de Dizzeo de Strittmater y de Foster (D'Ambrogio de Argüeso, 1986). Las coloraciones empleadas fueron safranina y azul de crescilo brillante. Para resaltar los tricomas se utilizó la técnica de Foster que consiste en utilizar ácido tánico con cloruro férrico (Johansen, 1940).

Para el análisis de la anatomía, se realizaron cortes transversales y longitudinales a mano alzada de lámina, frondes fértiles, estériles, raquis, pecíolo, rizoma y raíz. En la caracterización de los elementos traqueales del pecíolo se realizó macerado con ácido nítrico-agua destilada (1:1). Los colorantes utilizados fueron azul astral-safranina (Bruno *et al.* 2007), safranina, violeta de crescilo y azul de crescilo brillante. Se incluyó en parafina, se realizaron cortes en micrótomos rotativos Minot de 12  $\mu\text{m}$  de espesor, se coloreó con safranina-fast green (Johansen, 1940) y se montó en medio sintético DPX. Se trabajó con disociados de corteza de raíz y pecíolo utilizando el método de Schultze (D'Ambrogio de Argüeso, 1986).

Para la determinación de los tipos de estomas se utilizó la clasificación de Van Cotten (1970).

#### ENDOMICORRIZAS

Las raíces fueron tratadas mediante la técnica de Phillips & Hayman (1970), se mantuvieron durante 120 días en KOH 10%. En la estimación de la colonización endomicorrícica se utilizó la técnica del microscopio compuesto (McGonigle *et al.*, 1990). Se examinaron 150 intersecciones por individuo.

#### ANÁLISIS DE DATOS

Se determinaron los valores promedios de los siguientes parámetros anatómicos: índice estomático (Salisbury, 1927), frecuencia estomática, largo y ancho de estomas y largo de tricomas.

Los datos referidos a la endomicorrizas son el grado de colonización total (G), y los porcentajes promedio de colonización hifal (CH), vesicular (CV), arbuscular (CA), valores mínimos (VmC) y valores máximos (VMC). Se calcularon además, los porcentajes promedios de endófitos "septados oscuros".

Los preparados de referencia, semipermanentes y permanentes, se encuentran en la histoteca del Instituto de Morfología Vegetal de Fundación Miguel Lillo. Las observaciones y fotografías fueron realizadas en microscopio óptico (Zeiss AxioStar Plus), con cámara fotográfica digital (Canon Power Shot de 7,1 MP) y en microscopio estereoscópico (Olympus SZX7), con cámara digital (Olympus SP-350 de 8 MP). En esquemas se utilizó la simbología propuesta por Metcalfe & Chalk (1950).

#### MATERIAL EXAMINADO

Salta: Dpto. Capital, Camino a Lesser, 22-XII-06, Hernández y Albornoz 350, 354, 363, 364, 365, 367 (LIL). Tucumán: Dpto. Burruyacu, El Sunchal, 15-V-2007, Hernández, Benavidez y Terán 614, 615, 617, 618, 619, 620, 622 (LIL). Río Cajón, al pie de la Sierra del Campo, 28-III-2008, Hernández, Varela, Ayarde y Delgado 657 (LIL). Timbó Viejo, 10-VII-2008, Hernández y D'Or 764, 765, 766. Dpto. Monteros, Camino a La Florida, 28-XI-2008, Hernández 984, 985, 986, 987 (LIL). Santiago del Estero: Dpto. Pellegrini, Cerro del Remate, 28-III-2008, Hernández, Varela, Ayarde y Delgado 640, 644, 652 (LIL).

#### RESULTADOS

##### MORFOLOGÍA

Plantas terrestres, saxícolas; rizomas gruesos, compactos, erectos, cubiertos de escamas bicoloras, estrechamente lanceoladas con márgenes enteros. Frondes agrupa-

das de hasta 40 cm de alto (Fig. 1A); láminas pedadas, membranáceas de contorno pentagonal, bi a tripinnatífidas con los últimos segmentos agudos, con un tamaño promedio de 5,5 cm de largo x 7,5 cm de ancho; nerviación libre, márgenes reflexos enteros a crenados, interrumpido por los senos. Soros continuos a lo largo de la nervadura colectora marginal, margen reflexo (Fig. 1B). Pecíolos castaño oscuro, lustrosos, parcialmente escamosos en la base, 2-3 veces el largo de la lámina, brevemente alados en la porción media y distal, con la cara adaxial plana, tornándose terete próximo a la base (Fig. 1C-F). Esporangios de pedicelo largo que poseen tricomas glandulares próximos a la base con pie y cabeza unicelulares, la última en forma de clava (Fig. 2E). Esporas amarillas, lisas.

#### ANATOMÍA DE LA LÁMINA

En vista superficial las células de ambas epidermis son rectangulares, lobuladas con paredes sinuosas y gruesas, con cutícula lisa. Los tricomas son de tipo glandular y se distribuyen en la epidermis abaxial. Los mismos poseen un pie y una cabeza unicelulares; ésta última tiene forma subglobosa (Fig. 2A). El largo total promedio de los tricomas es de 67,10  $\mu\text{m}$ , sus valores máximos son 94  $\mu\text{m}$  y los mínimos de 52  $\mu\text{m}$ . El tamaño de la cabeza es 29,75  $\mu\text{m}$  de largo x 19,24  $\mu\text{m}$  de ancho.

Los estomas son de tres tipos: polocítico, con un promedio de 75% (Fig. 2B), anomocítico con un 18% (Fig. 2C) y diacítico con un 7% (no se muestra en imagen). El largo promedio de los estomas es 44,35  $\mu\text{m}$  de largo x 30,04  $\mu\text{m}$  de ancho, siendo las medidas máximas 60  $\mu\text{m}$  y las mínimas 36  $\mu\text{m}$ . El índice estomático promedio es 10 y la frecuencia estomática es 39,88 estomas/ $\text{mm}^2$ .

Los márgenes reflexos presentan bordes lisos, formados por células isodiamétricas a rectangulares, lobuladas con paredes sinuosas.

En sección transversal la lámina es dorsoventral, hipostomática. Ambas epidermis son uniestratificadas y no se observan diferencias en el tamaño de las células de ambas epidermis (Fig. 2F). El parénquima en em-

palizada está formado por 1-2 estratos de células, mientras que el esponjoso posee 3-4 estratos de células parenquimáticas ramificadas con abundantes espacios intercelulares (Fig. 2G). El nervio principal y los secundarios son protostelas. Poseen un periciclo formado por 1-2 estratos, y una endodermis con engrosamientos de Caspary en las paredes radiales (Fig. 2H).

#### ANATOMÍA DEL PECÍOLO

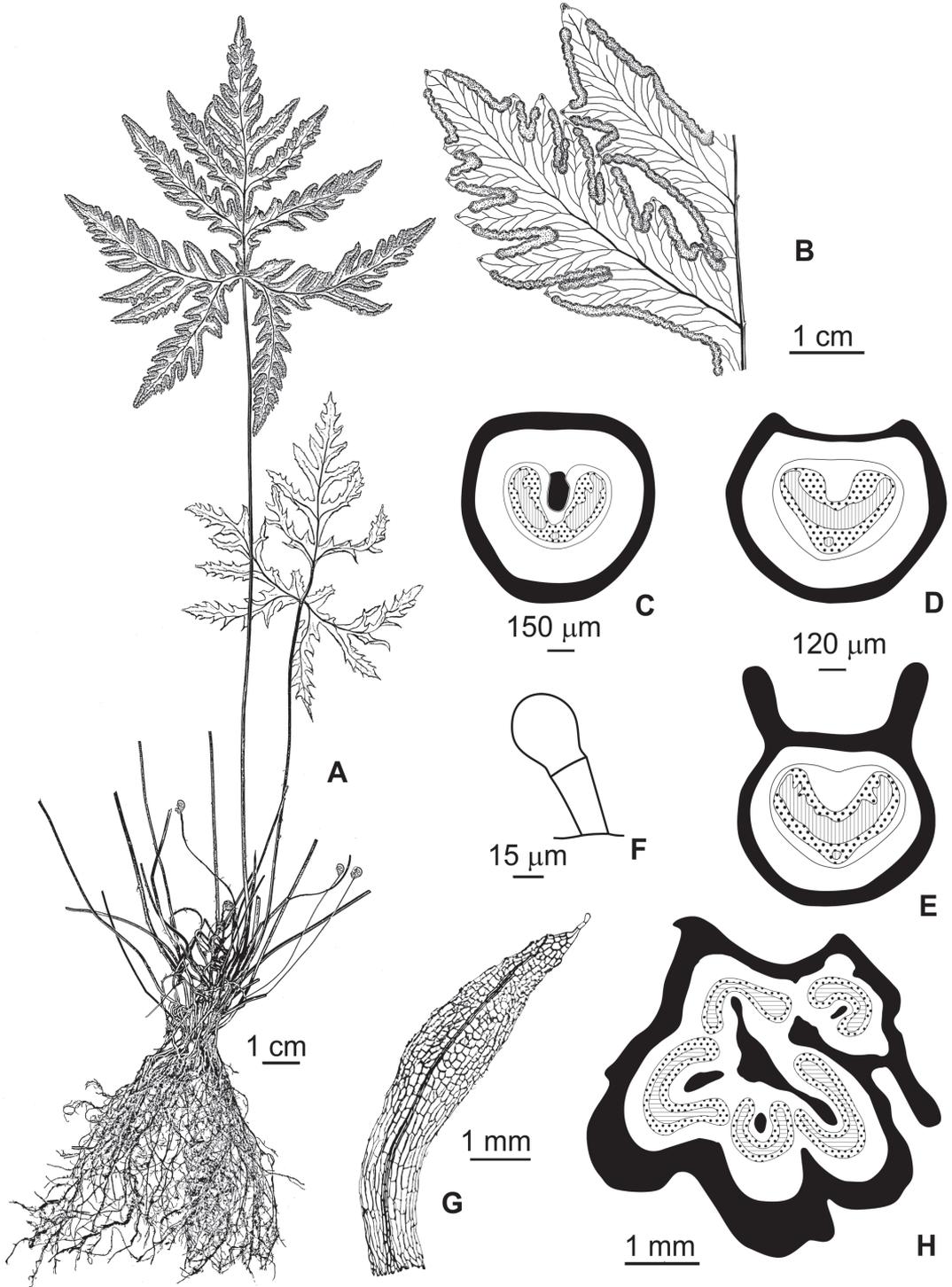
El pecíolo posee una epidermis uniestratificada, formada por fibras y macrosclereidas, en la corteza se diferencian dos partes, la externa de 4-5 estratos de tejido esclerenquimático formado por fibras y macrosclereidas y la interna que consta de 6-8 estratos de células parenquimáticas (Fig. 2I). El cilindro vascular es una protóstela (Fig. 2J). El periciclo presenta 2-3 estratos de células parenquimáticas y en la endodermis se observan engrosamientos en las paredes radiales (Fig. 2K y 2L). Escasos tricomas glandulares se distribuyen en todo el pecíolo. Estos tricomas son similares a los de la lámina, manifestando escasa diferencia en la forma de la cabeza en algunos casos (Fig. 1F).

En la porción basal, el pecíolo es terete y presenta el cilindro vascular en forma de U con tres grupos xilemáticos, dos de mayor tamaño y un tercer grupo formado por 7-14 elementos de conducción. En la escotadura del cilindro vascular se encuentra un tejido esclerenquimático (Fig. 1C).

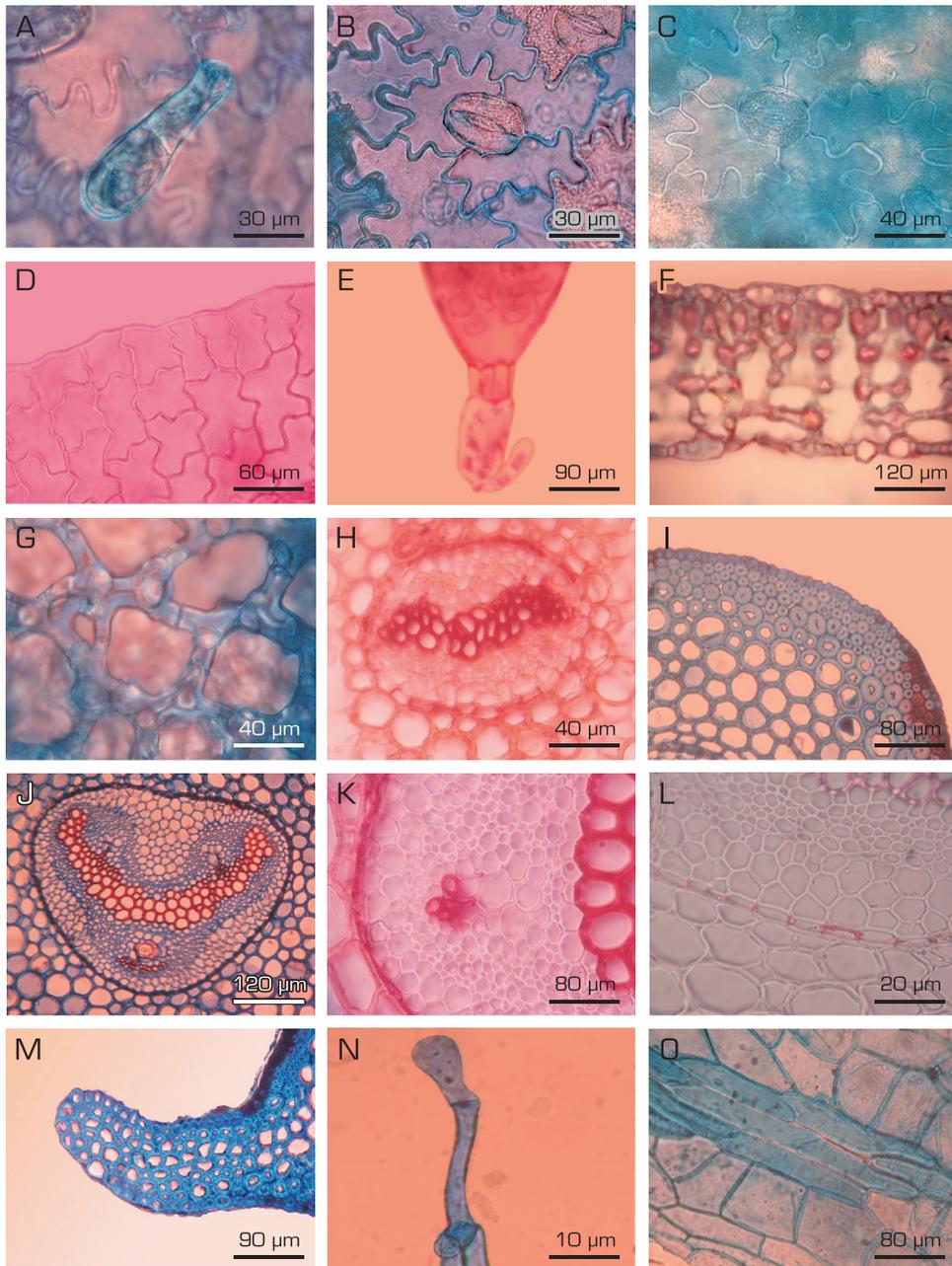
En la porción media, el pecíolo es semitere con la superficie adaxial plana y alas formadas por 4-5 estratos de células esclerenquimáticas. Los dos grupos xilemáticos mayores se unen y permanece el tercer grupo independiente (Fig. 1D).

En la porción distal el pecíolo es semitere con la superficie adaxial plana y las alas 5-6 seriadas están formadas por 14-15 estratos de células esclerenquimáticas (Fig. 2M). Se mantienen los dos grupos xilemáticos, semejante a lo observado en la porción media (Fig. 1E).

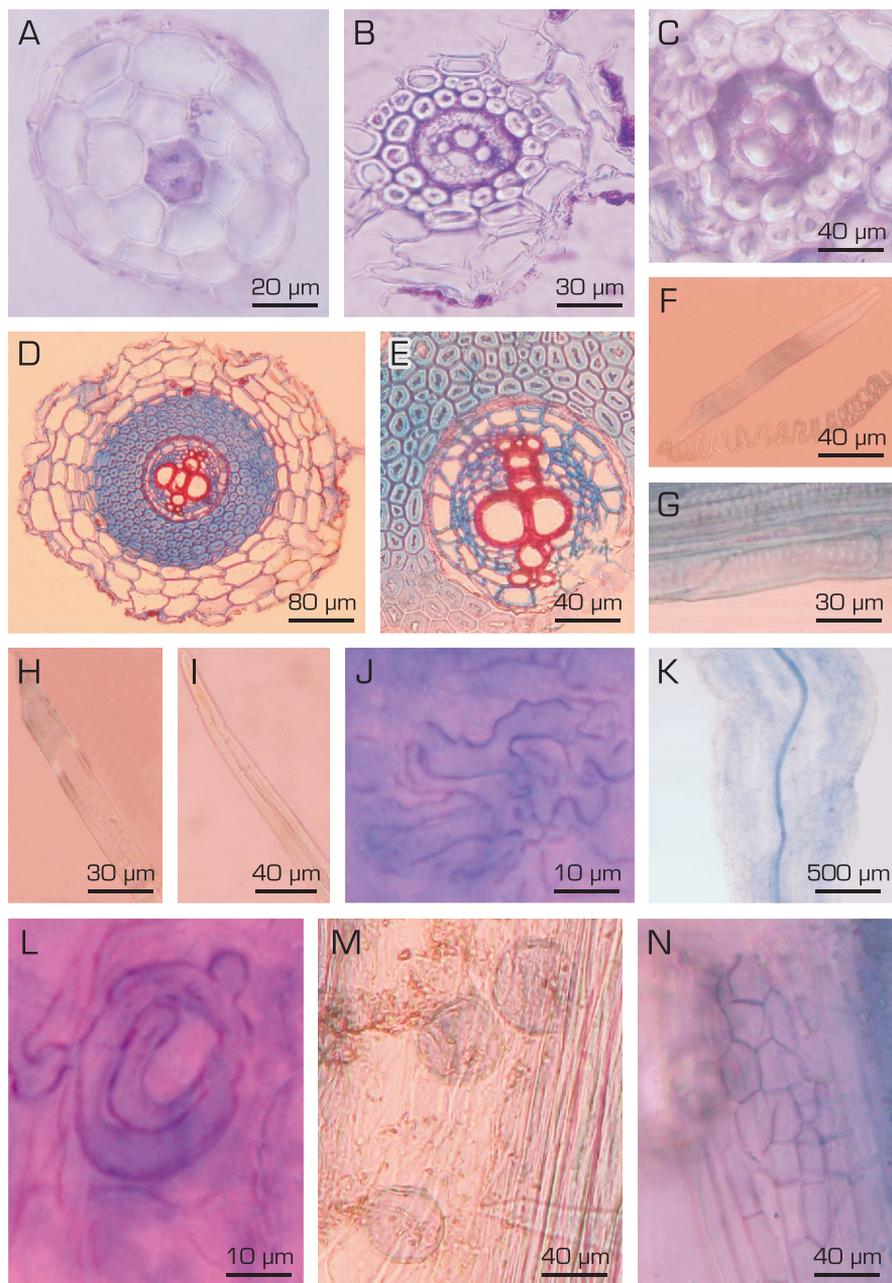
Los elementos traqueales corresponden a traqueídas, fibras, y tráqueas. Estas últimas con placa escalariforme y oblicua. Se obser-



**Figura 1.** *Doryopteris concolor* (Langsd. & Fisch.) Kuhn. **A.** Aspecto general del esporofito. **B.** Detalle de pinnula fértil. **C-E.** Esquema de sección transversal de Pecíolo **C.** Porción basal. **D.** Porción media. **E.** Porción distal. **F.** Tricoma glandular del pecíolo. **G.** Escama joven no esclerosada con tricoma glandular apical. **H.** Esquema de la sección transversal del rizoma.



**Figura 2.** *Doryopteris concolor* (Langsd. & Fisch.) Kuhn. Anatomía de lámina, peciolo y rizoma. **A-E.** Epidermis foliar. **A.** Tricoma glandular de lámina. **B.** Estoma polocítico. **C.** Estoma anomocítico. **D.** Margen reflexo. **E.** Esporangio con tricoma glandular en la base. **F-H.** Anatomía de lámina foliar. **F.** Sección transversal de lámina. **G.** Detalle del parénquima esponjoso formado por células brasiformes. **H.** Detalle del nervio medio de la lámina. **I-M.** Anatomía de peciolo. **I.** Detalle de corteza del peciolo en la porción central. **J.** Detalle de estela del peciolo en la porción central. **K.** Detalle del grupo xilemático de menor tamaño. **L.** Detalle de endodermis con bandas de Caspary. **M.** Detalle de las alas en la porción distal del peciolo. **N-O.** Anatomía de escamas del rizoma. **N.** Detalle del tricoma glandular en el ápice de la escama. **O.** Detalle de macrosclereidas en porción central de escama joven.



**Figura 3.** *Doryopteris concolor* (Langsd. & Fisch.) Kuhn. Anatomía de raíz y endomicorrizas. **A-E.** Sección transversal de raíz. **A.** Estructura primaria diarca. **B.** Estructura primaria avanzada con 2 capas de células corticales esclerosadas. **C.** Detalle de células corticales esclerosadas. **D.** Estructura primaria avanzada con 5 capas de células corticales esclerosadas. **E.** Detalle de periciclo uniestratificado, endodermis y células corticales esclerosadas. **F.** Detalle de macrosclereida. **G.** Detalle de elemento de tráquea con placa simple de posición oblicua y punteadura opuesta. **H.** Detalle de fibrotraqueida. **I.** Detalle de fibrilibriforme. **J-N.** Endomicorrizas. **J.** Detalle de hifa cenocítica tipo *Arum*. **K.** Arbúsculos en fragmento de raíz. **L.** Detalle de hifa cenocítica tipo *Paris*. **M.** Esporas de *Glomus* sp. adheridas al fragmento de raíz. **N.** Detalle de "septados oscuros".

varon engrosamientos anular, helicoidal, escalariforme, reticulado y punteaduras escalariformes y opuestas.

#### ANATOMÍA DEL RIZOMA

En sección transversal el rizoma presenta epidermis uniestratificada, la corteza y la médula están formadas por tejido esclerenquimático. La estela es una solenodictiostela, las meristelas con xilema, floema, 2-3 estratos de células en el periciclo y endodermis con bandas de Caspary en las paredes radiales (Fig. 1H).

#### ANATOMÍA DE LAS ESCAMAS

En vista superficial se observan células parenquimáticas rectangulares, alargadas en los márgenes, se continúa con células isodiamétricas y la porción central está formada por macroesclereidas (Fig. 1G y Fig. 2O). En las escamas jóvenes se observan tricomas glandulares apicales (Fig. 2N). En las escamas maduras la porción central se encuentra totalmente esclerosada y sin tricomas glandulares apicales.

#### ANATOMÍA DE RAÍZ

La raíz con estructura primaria presenta una epidermis uniestratificada, corteza con 2-3 estratos de células parenquimáticas, endodermis con bandas de Caspary en las paredes radiales, periciclo uniestratificado y estela de tipo diarca (Fig. 3A).

La estructura primaria avanzada presenta dos situaciones: una en la cual 1-2 capas de células, próximas a la endodermis, se hallan esclerosadas, formadas por macroesclereidas y fibras (Fig. 3B y C). La otra en la que 4-5 capas de células se esclerosan (Fig. 3D-F). En ambos casos suelen quedar 2-4 estratos de células parenquimáticas en la corteza.

Los elementos xilemáticos observados corresponden a traqueidas, tráqueas, fibrotraqueidas y fibras libriformes (Fig. 3G-I). Las tráqueas presentaron engrosamiento helicoidal laxo y apretado, escalariforme y puntuación areolada opuesta; placas de perforación simple en posición horizontal u oblicua, esta última con apéndice o cola (Fig. 3G).

#### ENDOMICORRIZAS

El sistema radical presenta micorrizas vesículo arbuscular (Fig. 3J-M). Se observó la coexistencia de los tipos morfológicos *Arum* y *Paris* (Fig. 3K y L). Adheridas a las raíces se encontraron esporas pertenecientes a *Glomus* sp. (Fig. 3M). Además de endófitos "septados oscuros" en las células parenquimáticas de la corteza (Fig. 3N).

Se estimó el grado promedio de colonización total  $G=5,06$ . Como así también los porcentajes promedio de  $CH=11,20\%$ ;  $CV=2,70\%$ ;  $CA=5,67\%$ ;  $VmC=8,38\%$  y  $VMC=11,21\%$ . El porcentaje promedio de los "septados oscuros" fue de  $0,18\%$ .

#### OBSERVACIONES ECOLÓGICAS

Esta especie habita en ambientes selváticos húmedos y en lugares disturbados, protegido en cunetas y bajo la sombra de vegetación secundaria a la orilla de los caminos. Ante la falta de humedad las frondes de esta especie se repliegan hacia la cara superior de la lámina dejando al descubierto la superficie inferior y los esporangios.

#### CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

*Doryopteris concolor* es un elemento del sotobosque encontrándose como ruderal a orillas de caminos. Esta especie presenta la particularidad que ante la escasez de agua las frondes se repliegan hacia la cara superior, de manera que los estomas que se hallan únicamente en la superficie abaxial y los esporangios quedan expuestos, con la posterior senectud de la fronde; a diferencia de lo citado por Hevly (1963) para helechos cheilanthoides adaptados a ambientes desérticos. Esta situación probablemente sea una estrategia reproductiva de supervivencia de la especie.

Los caracteres morfológicos descriptos para la especie estudiada tales como tamaño de la lámina y del pecíolo en relación a la fronde, márgenes de la lámina enteros a crenados, presencia de tricomas glandulares en la base de los esporangios se citan por primera vez. La presencia de este último carácter no fue observado en otra especie del

género. El resto de los caracteres observados son similares a los mencionados por Tryon (1942), Cartagine (1977), Sota (1977), Tryon & Tryon (1982), Tryon & Stolze (1989), Moran (1995), Mickel & Smith (2004) y Yesilyurt (2008).

Los caracteres anatómicos referidos a la abundancia de tejido esclerenquimático encontrado en raíz, rizoma y pecíolo nos sugieren que la especie posee particularidades xeromórficas que hacen a esta especie de considerable interés ecológico. El tejido esponjoso presente en la lámina es similar a lo descrito por Graçano *et al.* (2001) para especies del género *Adiantum*. Estos autores denominan a este tejido como parénquima brasiforme, término con el que estamos de acuerdo. Cartagine (1977), describe la anatomía de raíces adventicias para la especie y menciona la presencia de células mecánicas alrededor de la estela diarca-exarca; en nuestras observaciones la estela fue siempre de tipo diarca y el tejido esclerenquimático que rodea a la estela se halla, únicamente, en estadios avanzados de crecimiento primario.

Carlquist & Schneider (1997, 2000) y Albornoz & Hernández (2006) citan la presencia de vasos para algunas especies de helechos cheilanthoides; en el material estudiado se observó la presencia de tráquea con placa simple o escalariforme en posición horizontal u oblicua tanto en raíz como en pecíolo; lo que indica el carácter heteroxilar de *Doryopteris concolor*.

De las especies estudiadas para la provincia, *Doryopteris concolor* presenta la menor colonización hifal y vesicular, este último carácter lo comparte con *Pellaea ternifolia* (Albornoz & Hernández, 2006). En relación a los arbúsculos, la especie estudiada junto con *Cheilanthes myriophylla* presentan los porcentajes más elevados a diferencia de *C. pruinata* que posee los más bajos (Hernández *et al.*, 2008). *Doryopteris concolor* presentó los porcentajes más bajos de “septados oscuros”. Esporas nativas pertenecientes a *Glomus* sp. se observaron sobre las raíces de la especie estudiada.

Si bien la colonización micorrícica en esta especie es la más baja de las estudiadas hasta

ahora para la provincia, cabe destacar que la mayoría de las raíces de todo el sistema se encontraban esclerificadas y por consiguiente escasamente micorrizadas. A diferencia de las raíces no esclerosadas que presentaron alta colonización. Considerando que esta especie es pionera en ambientes disturbados, en los primeros estadios de desarrollo en donde el sistema radical presenta la corteza parenquimática, las micorrizas jugarían un papel fundamental en el establecimiento de las plantas, por lo que los valores de asociación con este tipo de hongo probablemente aumentarían si consideráramos solamente plantas jóvenes. Se cita por primera vez para el país y Tucumán la presencia de endomicorrizas en *Doryopteris concolor*.

Las características anatómicas tales como la mayor cantidad de parénquima esponjoso en la lámina, tricomas glandulares observados en las frondes, base de esporangios y ápice de las escamas como así también la presencia de esclerenquima en raíz, rizoma, pecíolo y nervio medio de la lámina, ayudan a entender la versatilidad ecológica de esta especie.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Instituto de Iconografía de la Fundación Miguel Lillo, por la realización de parte de las láminas.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, P. & M. Hernández. 2006. Anatomía y endomicorriza en *Pellaea ternifolia* (Cav.) Link subsp. *ternifolia* (Pteridaceae) en Tucumán (Argentina). *Lilloa* 43 (1-2): 13-21.
- Albornoz, P.; M. A. Hernández & S. Serrano. 2008. Anatomía de rizoma, raíz y endomicorrizas en *Cheilanthes squamosa* y *Cheilanthes bonariensis*. *Int. J. Morphol.* 26 (3): 724.
- Bruno, G.; L. Stiefkens; M. Hadid; I. Liscovsky; M.T. Cosa & N. Dottori. 2007. Efecto de la contaminación ambiental en la anatomía de la hoja de *Ligustrum lucidum* (Oleaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42 (3-4): 231-236.
- Carlquist, S. & E. L. Schneider. 1997. SEM studies on vessels in ferns. 4. *Astrolepis*. *Amer. Fern J.* 87: 43-50.

- Carlquist, S. & E. L. Schneider. 2000. SEM studies on vessels in ferns. 18. Montane cheilanthoid ferns (Pteridaceae). *Aliso* 19: 31-39.
- Carlquist, S. & E. L. Schneider. 2007. Tracheary elements in ferns: New techniques, observations and concepts. *Amer. Fern J.* 97 (4): 199-211.
- Cartaginense, M. S. 1977. Revisión del género *Doryopteris* en Argentina. *Revta. Mus. argent. Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia* 5 (5): 105-122.
- Cooper, K. M. 1975. Growth responses to the formation of endotrophic micorrizas in *Salamun*, *Lepidospermum* and New Zealand ferns. In: F.E. Sanders, B. Mosse & P.B. Tinker (Eds.), *Endomycorrhizas*. Acad. Press London, pp. 391-407.
- Cooper, K. M. 1976. A field survey of mycorrhizas in New Zealand ferns. *New Zealand J. Bot.* 14: 169-181.
- D'Ambrogio de Argüeso, A. 1986. Manual de técnicas en histología vegetal. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina.
- Wang, B. & Y. L. Qiu. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of micorrizas in land plants. *Mycorrhiza* 16: 299-363.
- Graçano, D.; A. A. Azevedo & J. Prado. 2001. Anatomía foliar das espécies de Pteridaceae do Parque Estadual do Rio Doce (PERD)- MG. *Revta bras. Bot.*, São Paulo 24 (3): 333-347.
- Hernández, M. & P. Albornoz. 2001. Morfología y anatomía foliar en especies de Cheilanthes (Pteridaceae) del Noroeste de Argentina. *Lilloa* 40 (2): 187-207.
- Hernández, M.; P. Albornoz; M. E. Guantay & O. Varela. 2005. Morfología y anatomía foliar de *Argyrochosma nivea* (Poir.) Windham var. *nivea* (Pteridaceae) en un gradiente altitudinal en el noroeste argentino. *Lilloa* 42 (1-2): 37-46.
- Hernández, M.; P. Albornoz; F. Rodríguez & S. Serrano. 2008. Anatomía de rizoma, raíz y endomicorrizas en *Cheilanthes pruinata* Kaulf. y *Cheilanthes myriophylla* Desv. (Pteridaceae) en la provincia de Tucumán. *Lilloa* 45 (1-2): 73-82.
- Hevly, R. H. 1963. Adaptations of Cheilanthoid ferns to Desert Environments. *J. Ariz. Acad. Sci.* 2: 164-175.
- Hildebrandt, U.; K. Janetta; F. Ouziad; B. Renne; K. Nawrath & H. Bothe. 2001. Arbuscular mycorrhizal colonization of halophytes in central European salt marshes. *Mycorrhiza* 10: 175-183.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Co. Inc. N. York.
- Kaldorf, M.; A. J. Kuhn; W. H. Schröder; H. Hildebrandt & H. Bothe. 1999. Selective element deposits in maize colonized by a heavy metal tolerance conferring arbuscular mycorrhizal fungus. *J. Plant Physiol* 154: 718-728.
- Lee, J. K.; A. H. Eom; S. S. Lee & C. H. Lee. 2001. Mycorrhizal symbioses found in roots of fern and its relatives in Korea. *Journal of Plant Biology* 44 (2): 81-86.
- Leyval, C.; K. Turnau & K. Haselwandter. 1997. Effect of heavy metal pollution on mycorrhizal colonization and function: Physiological, ecological and applied aspects. *Mycorrhiza* 7: 139-153.
- Luna, M. L.; G.E. Giudice & E.R. de la Sota, 2008. Observations on tracheary elements in *Salpichlaena* J. Sm. (Blechnaceae, Pteridophyta). *Amer. Fern J.* 98 (2): 67-70.
- Meza Torres, E. I.; M. S. Ferrucci; H. A. Kelter & G. I. Márquez. 2006. Presencia de *Doryopteris lamariaceae* (Pteridaceae, Pteridophyta) en Argentina. *Bonplandia* 15: 143-148.
- McGonigle, T. P.; M. H. Miller; D. G. Evans; G. L. Fairchild & J. A. Swan. 1990. A method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.* 115: 495-501.
- Metcalfe, C. R. & L. Chalk. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. 2: 419-422. Clarendon Press Oxford.
- Mickel, J. T. & A. R. Smith. 2004. The pteridophytes of Mexico. *Mem. New York Bot. Gard.* 88: 1-1054.
- Moran, R. C. 1995. *Doryopteris*. Pp. 129-130. In: Davidse, G. M.; S. Sousa; S. Knapps (Eds.), *Flora Mesoamericana*, México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Palmieri, M. & L. J. Swartzell. 2004. Mycorrhizal fungi associated with the fern *Cheilanthes lanosa*. *Northeastern Naturalist* 11 (1): 57-66.
- Phillips J. M. & D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55: 158-161.
- Ponce, M. M.; J. Prado & G. E. Giudice. 2008. Pteridaceae. Pp. 115-136. In: F. Zuloaga, O. Morrone & M. J. Belgrano (Eds.), *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur*. *Monogr. syst. Bot. Mo. bot. Gdn.* 107: 115-136.
- Requena, N.; E. Pérez-Solis; C. Azcón-Aguilar; P. Jeffries & J. M. Barea. 2001. Management of indigenous plant-microbe symbioses aids restoration of desertified ecosystems. *Appl. Environ. Microbiol.* 67: 495-498.
- Salisbury, E. J. 1927. On the causes and ecological significance of stomatal frequency with special reference to the woodland flora. *Rg. Soc. London* 216 (2): 1-65.
- Sota de la, E. R. 1977. Pteridophyta. In A. Cabrera (Eds.), *Flora de la provincia de Jujuy*. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agrop. 13: XIV, 275 pp.
- Sota de la, E. R.; M. Ponce; O. G. Martínez; G. E. Giudice & G. I. Michelena. 2001. Pteridaceae Rchb. Pp. 1-48. In: *Flora del Valle de Lerma*. *Aportes Botánicos de Salta*. Ser. Flora 6: 1-48.
- Terán, G.; A. Benavidez & M. A. Hernández. 2009. Anatomía del esporofito de *Doryopteris lorentzii* (Hieron.) Diels (Pteridaceae). *Lilloa* 46 (1-2): 147-154.

- Tryon, R.M. 1942. A revision of the genus *Doryopteris*. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University.
- Tryon, R. M. & R. G. Stolze. 1989. 13 Pteridaceae - 15 Dennstaedtiaceae. Pteridophyta of Peru. Part II. Fieldiana, Bot., N.S. 22: 1-128.
- Tryon R. M. & A. F. Tryon. 1982. Ferns and allied plants, with special reference to Tropical America. Springer-Verlag. New York.
- Van Cotthen, W. 1970. Comparative morphological study of the stomata in the Filicopsida. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. Bull. Nat. Plantentuin Belg. 40: 81-239.
- Vervoorst, F. 1981. Mapa de Comunidades Vegetales de la provincia de Tucumán. En: R. F. Laurent & E. M. Terán (Eds.), Lista de los anfibios y reptiles de la provincia de Tucumán. Miscelanea 71: 8-9.
- Wan, B. & Y. L. Giu. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. Mycorrhiza 16: 299-363.
- White, R.A. 1963. Tracheary elements of the ferns. II Morphology of tracheary elements; Conclusions. Amer. J. Bot. 50: 514-522.
- Yesilyurt, J. C. 2007. *Doryopteris majestosa* (Pteridaceae), a new species from South America. Amer. Fern J. 97 (4): 212-219.
- Yesilyurt, J. C. 2008. Introducing a new species of the fern genus *Doryopteris* (Pteridaceae, Polypodiopsida) from the Neotropics. Bot. J. Linn. Soc. 158: 73-77.
- Zhao, Z. W. 2000. The arbuscular mycorrhizas of Pteridophytes in Yunnan, Southwest China: evolutionary interpretations. Mycorrhiza 10: 145-149.