

PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE MICOFILAS EN GRAMÍNEAS DE ARGENTINA

por

MÓNICA A. LUGO*, ANA M. ANTON* & DANIEL CABRAL**

Resumen

LUGO, M.A., A.M. ANTON & D. CABRAL (1998). Presencia y distribución de micofilas en gramíneas de Argentina. *Anales Jard. Bot. Madrid* 56(1): 15-22.

Se realiza un estudio de las micofilas encontradas en gramíneas (*Poaceae*) de pastizales naturales de Argentina. La búsqueda del simbionte fúngico se efectuó en plantas vivas y herborizadas. Se dan a conocer como nuevos hospedantes a *Festuca fiebrigii* Pilg., *F. hieronymi* Hack. var. *expansa* (St. Yves) Túrpe, *F. parodii* St. Yves, *Melica macra* Nees, *M. stuckertii* Hack., *Poa hieronymi* Hack., *P. holciformis* J. Presl, *P. lilloi* Hack., *P. plicata* Hack. y *P. stuckertii* (Hack.) Parodi, y se amplía el área de distribución de la asociación para *Festuca arundinacea* Schreb., *F. hieronymi* Hack. var. *hieronymi* y *F. tucumanica* E.B. Alexeev. El tipo de interacción observada corresponde a una simbiosis mutualista. En la mayoría de las especies analizadas el endófito colonizó el parénquima de las cañas y los frutos, salvo en *Melica macra*, *Poa hieronymi* y *P. plicata*, en las que solo se observó en el parénquima. Por otro lado, la presencia de micofilas presentó variaciones con relación a la especie del hospedante, altitud y localidad de procedencia.

Palabras clave: Endófito fúngico, gramíneas, micofilas, pastizales naturales, Argentina.

Abstract

LUGO, M.A., A.M. ANTON & D. CABRAL (1998). Presence and distribution of mycophyllas in Argentinian grasses. *Anales Jard. Bot. Madrid* 56(1): 15-22 (in Spanish).

The mycophyllas were studied in grasses (*Poaceae*) from natural Argentinian grasslands. *Festuca fiebrigii* Pilg., *F. hieronymi* Hack. var. *expansa* (St. Yves) Túrpe, *F. parodii* St. Yves, *Melica macra* Nees, *M. stuckertii* Hack., *Poa hieronymi* Hack., *P. holciformis* J. Presl, *P. lilloi* Hack., *P. plicata* Hack. and *P. stuckertii* (Hack.) Parodi are reported as new hosts and the distribution area of the association for *Festuca arundinacea* Schreb., *F. hieronymi* Hack. var. *hieronymi* and *F. tucumanica* E.B. Alexeev, has been extended. The interaction was a mutualistic symbiosis. Most of the species had both the culm parenchyma and the fruits colonized, except in *Melica macra*, *Poa hieronymi* and *P. plicata*, where the symbiont was only observed in the parenchyma. On the other hand, variation in the association was observed in relation to the host species, location and altitude.

Key words: Fungal endophytes, grasses, mycophyllas, natural grasslands, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Los endófitos fúngicos capaces de establecer micofilas (CLAY, 1992) son simbiontes

asociados intracelularmente o intercelularmente con los tejidos de la parte aérea de las plantas (CARROLL, 1988; CLAY, 1986). En esta interacción se reconocen tres tipos de

* IMBIV (CONICET-Universidad Nacional de Córdoba). CC 495. 5000 Córdoba (Argentina).

** PRHIDEB-CONICET, F. C. E. y N., Universidad de Buenos Aires, Pab. II, 4.º piso. Ciudad Universitaria, Núñez, Buenos Aires (Argentina).

asociación, que varían con el grupo taxonómico del hospedante, con las estructuras fúngicas y vegetales involucradas y con las particularidades intrínsecas de la simbiosis (WHITE, 1988; WHITE & *al.*, 1993). Así, el tipo I tiene como hospedantes a miembros de la familia *Juncaceae* y varias subfamilias de *Poaceae*. La colonización es total y el hongo produce sus estructuras sexuales en estromas, suprimándose la formación de cariopsis en la planta. Toda la población hospedante pierde la capacidad de reproducirse sexualmente. La interacción resulta altamente agresiva para el hospedante y es lo que se conoce como "choke disease" (SAHA & *al.*, 1987; SAMPSON, 1935). El tipo II tiene como hospedantes a las *Poaceae* de la subfamilia *Pooideae*. No todos los individuos de la población colonizada presentan estromas; en los ejemplares sin síntomas externos el micelio endofítico llega a colonizar las cariopsis sin perjudicar la reproducción sexual de la gramínea. De esta manera, el carácter patógeno de la interacción es menor que en el caso anterior. Por último, en el tipo III, que también se da en la subfamilia *Pooideae*, nunca aparecen estromas en los hospedantes; la colonización del hongo es sistémica, alcanzando a las cariopsis por medio de las cuales se propaga dicha asociación. Este tipo de interacción es considerado una simbiosis mutualista debido a que los endófitos benefician a los hospedantes aumentando su crecimiento, biomasa, tasa fotosintética, tolerancia a las heladas y sequías (ARACHAVALETA & *al.*, 1989; CLAY & *al.*, 1989; CLAY, 1990; SIEGEL & *al.*, 1987) y resistencia a nematodos (WEST & *al.*, 1987, 1988; PEDERSON & *al.*, 1988) e insectos (LATCH & *al.*, 1985; SAHA & *al.*, 1987), por lo que incrementan la competitividad de sus hospedantes (CLAY, 1990). Asimismo, debido a que producen alcaloides (BACON & *al.*, 1986; SIEGEL & *al.*, 1987; VICARI & BAZELY, 1993) protegen a las plantas del ataque de un amplio rango de animales herbívoros, constituyendo así parte de su sistema de defensa (CHEPLICK & CLAY, 1988; VICARI & BAZELY, 1993). A la vez, los endófitos se benefician recibiendo el aporte directo de hidratos de carbono producidos por sus hospedantes (CLAY, 1992; CHU-CHOU & *al.*, 1990; WHITE & *al.*, 1993).

La intoxicación del ganado producida por la ingestión de gramíneas colonizadas con hongos micofílicos es bien conocida, siendo ocasionada por distintos hospedantes, tales como el "tall grass" o *Festuca arundinaceae* Schreb. (ODOM & *al.*, 1981; MORGAN JONES & GAMS, 1982), el "ray grass" o *Lolium perenne* L., la "cizaña bíblica" o *L. temulentum* L. (BACON & DE BATTISTA, 1991), el "drunk grass" o *Melica decumbens* Thunb., y el "sleepy grass" o *Stipa robusta* (Vasey) Scribner (WHITE, 1987) y *Achnatherum inebrians* (Hance) Keng (BRUEHL & *al.*, 1994).

En Argentina, varias son las especies de *Poaceae* registradas como tóxicas para el ganado (PARODI, 1950), habiéndose detectado y aislado, hasta el momento, endófitos fúngicos del vástago en *Festuca argentina* (Speg.) Parodi y *Poa huecu* Parodi, ambas presentes en los pastizales del sur del país (BERTONI & *al.*, 1993; CABRAL & LUGO, 1993, 1994), y en *F. hieronymi* Hack., distribuida en San Luis y Tucumán (BERTONI & *al.*, 1993; CABRAL & LUGO, 1994).

El objetivo de este trabajo consistió en detectar la presencia y distribución de micofilas y el tipo de interacción que establecieron en representantes de *Poaceae* presentes en pastizales naturales de Argentina.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado comprende plantas vivas y otras herborizadas depositadas en los herbarios del Museo Botánico de Córdoba (CORD) y del Instituto Darwinion (SI).

Las plantas vivas fueron obtenidas en las provincias argentinas de Córdoba, Mendoza y San Juan. La recolección se realizó entre diciembre de 1994 y abril de 1995. Siguiendo la metodología de muestreo de poblaciones vegetales de MATTEUCCI & COLMA (1982), se tomaron 10 plantas de la misma población para cada una de las especies estudiadas y se separaron al azar un total de 20 cariopsis y 20 cañas, o solo cañas en el caso de que no tuvieran frutos. Posteriormente, se procedió a la búsqueda del endófito en las estructuras mencionadas según el método de CLARK & *al.*

(1983), que se basa en la observación al microscopio (previa maceración si fuese necesaria) de fragmentos de tejidos frescos o secos de las cañas y/o vainas o cariopsis completos, montados en un portaobjetos, en el que se coloca azul de anilina.

Los porcentajes de colonización se calcularon siguiendo el método de CLAY & LEUCHTMANN (1989).

Dado que los endófitos se encuentran en buenas condiciones en materiales herborizados (WHITE & al., 1993), se estudiaron ejemplares de los herbarios CORD y SI, procedentes de las provincias argentinas de Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, Jujuy, La Rioja, Mendoza, Salta, Santa Fe, San Juan, San Luis y Tucumán. Las fechas de recolección se situaban entre los meses de noviembre a abril, abarcando un lapso de cien años (1885-1985). Las cariopsis y/o cañas se analizaron usando el mismo método que para las plantas vivas.

Tanto los ejemplares vivos como los herborizados fueron examinados bajo microscopio binocular para determinar la presencia de estructuras fúngicas sexuales.

Se tomaron fotografías del micelio del simbionte en un microscopio Axiophot Zeiss con película Agfa 100 ISO.

Material estudiado

(La procedencia de las especies analizadas se indica entre paréntesis.)

Plantas vivas

Pooideae. Tribu *Aveneae*: *Agrostis montevidensis* Spreng. (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m, y San Alberto, 2200 m); *Aira caryophylla* L. (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2200 m); *Deyeuxia hieronymi* (Hack.) Türpe (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2150 m); *Polypogon interruptus* H.B.K. (Prov. Mendoza, Dpto. Las Heras, 2970 m); *P. monspeliensis* (L.) Desf. (Prov. Mendoza, Dpto. Las Heras, 2970 m).

Tribu *Bromeae*: *Bromus* sp. (Prov. Córdoba, Dptos. Punilla, 750 m, y San Alberto, 2150 m).

Tribu *Meliceae*: *Melica macra* Nees (Prov. Córdoba, Dptos. Pocho, 1000 m, y Punilla, 1450 m); *M. stuckertii* Hack. (Prov. Córdoba, Dptos. Punilla, 980 y 1450 m, y Colón, 1310 m).

Tribu *Poeae*: *Briza subaristata* Lam. (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2150 m); *Lolium perenne* L. (Prov. Córdoba, Dpto. Colón, 685 m, y Prov. Mendoza, Dpto. Las Heras, 2970 m); *Poa stuckertii* (Hack.) Parodi (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2200 m).

Tribu *Stipeae*: *Piptochaetium medium* (Speg.) Torres (Prov. Córdoba, Dpto. Punilla, 750 m); *P. montevidensis* (Spreng.) Parodi (Prov. Córdoba, Dpto. Calamuchita, 600 m); *Stipa eriostachya* Kunth (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m; Punilla, 750 m; Colón, 750 m, y Pocho, 1000 m); *S. papsa* Nees (Prov. Córdoba, Dpto. Calamuchita, 600 m); *S. sanluisensis* Speg. (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2150 m); *S. speciosa* Trin. & Rupr. var. *speciosa* (Prov. Mendoza, Dpto. Las Heras, 2970 m).

Arundinoideae. Tribu *Aristideae*: *Aristida achalensis* Mez (Prov. Córdoba, Dptos. Colón, 750 m, y San Alberto, 2200 m); *A. adscensionis* var. *modesta* Hack. (Prov. Córdoba, Dptos. Colón, 750 m, y Pocho, 1000 m, y Prov. San Juan, Dpto. Ullum, 2000 m); *A. adscensionis* var. *scabriflora* Hack. (Prov. Córdoba, Dpto. Calamuchita, 600 m); *A. circinalis* Lindm. (Prov. San Juan, Dpto. Ullum, 2000 m); *A. mendocina* Phil. (Prov. San Juan, Dpto. Ullum, 2000 m); *A. aff. multiramea* Hack. (Prov. Córdoba, Dpto. Pocho, 1000 m); *A. pallens* var. *geminata* Car. (Prov. Córdoba, Dpto. Calamuchita, 600 m).

Tribu *Arundineae*: *Cortaderia rudiusscula* Stapf (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2150 m); *C. selloana* (Schult. & Schult. f.) Asch. & Graebn. (Prov. Córdoba, Dpto. Calamuchita, 600 m).

Chloridoideae. Tribu *Cynodonteae*: *Bouteloua aristoides* (Kunth) Griseb. (Prov. San Juan, Dpto. Ullum, 2000 m); *B. curtipendula* (Michx.) Torr. (Prov. Córdoba, Dptos. Colón, 750 m, y Pocho, 1000 m); *B. curtipendula* var. *caespitosa* Gould & Kapadia (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m, y Colón, 685 m); *Chloris gayana* Kunth (Prov. Córdoba, Dpto. Santa María, 600 m); *C. virgata* Sw. (Prov. Córdoba, Dpto. Pocho, 1000 m); *Eustachys distichophylla* (Lag.) Nees (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m, y Colón, 750 m); *E. retusa* (Lag.) Kunth (Prov. Córdoba, Dptos. Colón, 750 m, y San Alberto, 2200 m); *Gouinia latifolia* (Griseb.) Vasey (Prov. Córdoba, Dpto. Colón, 750 m); *Gymnopogon grandiflorus* Roseng., B.R. Arill. & Izag. (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m, y Punilla, 1450 m); *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi (Prov. San Juan, Dpto. Ullum, 2000 m, y Prov. Mendoza, Dpto. Las Heras, 2970 m).

Tribu *Eragrostideae*: *Distichlis scoparia* (Kunth) Arechav. (Prov. San Juan, Dpto. Ullum, 2000 m); *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (Prov. Córdoba, Dpto. Capital, 475 m); *E. tristachya* (Lam.) Lam. (Prov. Córdoba, Dpto. Capital, 475 m); *Eragrostis airoides* Nees (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2200 m); *E. bahiensis* Schult. (Prov. Córdoba, Dptos. Pocho, 1000 m, y San Alberto, 2200 m); *E. curvula* (Schrud.) Nees (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2150 m); *E. lugens* Nees (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2200 m); *E. retinens* Hack. & Arechav. (Prov. Córdoba, Dpto. Punilla, 1450 m); *Scleropogon brevifolius* Phil. (Prov. Mendoza, Dpto. Las Heras, 2970 m); *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (Prov. Córdoba, Dptos. Capital, 475 m; Colón, 685 m, y Punilla, 750 y 1450 m); *S. pyramidatus* (Lam.) Hitchc. (Prov. Córdoba, Dpto. Calamuchita, 600 m).

Tribu *Pappophoreae*: *Pappophorum caespitosum* R.E. Fr. (Prov. San Juan, Dpto. Ullum, 2000 m).

Panicoideae. Tribu *Andropogoneae*: *Bothriochloa alba* (Hitchc.) Henrard (Prov. Córdoba, Dptos. Capital, 475 m, y Pocho, 1000 m); *B. barbinodis* (Lag.) Henrard

(Prov. Córdoba, Dpto. Calamuchita, 600 m); *B. lagroides* (DC.) Herter (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m; Pocho, 1000 m, y San Alberto, 2200 m); *B. saccharoides* (Sw.) Rydb. (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m, y San Alberto, 2200 m); *Schizachyrium condensatum* (Kunth) Nees (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m; Colón, 750 m, y Punilla, 1450 m); *S. sanguineum* (Retz.) Alston (Prov. Córdoba, Dpto. Calamuchita, 600 m); *S. spicatum* (Spreng.) Herter (Prov. Córdoba, Dptos. Colón, 750 m; Pocho, 1000 m; Punilla, 1450 m, y San Alberto, 2200 m); *Sorghastrum pellitum* (Hack.) Poerdi (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2150 m); *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Prov. Córdoba, Dptos. Colón, 750 m, y Pocho, 1000 m).

Tribu *Panicaceae*: *Cenchrus mysuroides* Kunth var. *mysuroides* (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m; Colón, 750 m, y Pocho, 1000 m); *C. pauciflorus* Benth. (Prov. Córdoba, Dpto. Punilla, 1450 m); *Digitaria californica* (Benth.) Henr. var. *californica* (Prov. Mendoza, Dpto. Las Heras, 2970 m); *D. sacchariflora* (Raddi) Henr. (Prov. Córdoba, Dpto. Pocho, 1000 m); *D. sanguinalis* (L.) Scop. (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m, y Colón, 685 m); *D. ternata* (A. Rich.) Stapf (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m, y Colón, 685 m); *Panicum bergii* Arechav. var. *bergii* (Prov. Córdoba, Dpto. Capital, 475 m); *Paspalum dilatatum* Poir. (Prov. Córdoba, Dptos. Punilla, 750 m, y Pocho, 1000 m); *P. dilatatum* Poir. subsp. *dilatatum* (Prov. Córdoba, Dptos. Colón, 750 m, y San Alberto, 2200 m); *P. humboldtianum* Flügge var. *humboldtianum* (Prov. Córdoba, Dpto. San Alberto, 2200 m); *P. malacophyllum* Trin. (Prov. Córdoba, Dptos. Calamuchita, 600 m; Colón, 750 m, y San Alberto, 2200 m); *P. maximum* Jacq. (Prov. Córdoba, Dpto. Capital, 475 m); *P. notatum* Flügge (Prov. Córdoba, Dptos. Capital, 475 m; Calamuchita, 600 m; Colón, 750 m, y Punilla, 750 m); *P. quadrifarium* Lam. (Prov. Córdoba, Dpto. Pocho, 1000 m); *P. urvillei* Steud (Prov. Córdoba, Dpto. Colón, 685 y a 750 m); *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E. Hubb. (Prov. Córdoba, Dpto. Calamuchita, 600 m); *Setaria hunzikeri* Anton (Prov. Córdoba, Dpto. Capital, 475 m); *S. lachnea* (Nees) Kunth (Prov. Córdoba, Dptos. Capital, 475 m; Colón, 750 m; Punilla, 750 m, y Pocho, 1000 m); *S. macrostachya* Kunth (Prov. Córdoba, Dpto. Pocho, 1000 m); *S. pampeana* Nicora (Prov. Córdoba, Dpto. Colón, 750 m); *S. parviflora* (Poir.) Kerguelen var. *parviflora* (Prov. Córdoba, Dptos. Capital, 475 m; Calamuchita, 600 m; Colón, 685 y 750 m; Punilla, 1450 m, y San Alberto, 2200 m).

Plantas herborizadas

Pooideae. Tribu *Meliceae*: *Melica argyrea* Hack. BUENOS AIRES: Zárate, 5 m, *Boelcke* 5143 (SI); Turkinst. 248 m, *A.L. Cabrera & H.A. Fabris* 16467 (SI). CÓRDOBA: Capital, 387 m, *A.T. Hunziker* 8081 (CORD); Río Seco, 550 m, *A.T. Hunziker* 21473 (CORD). *M. brasiliensis* Ard. BUENOS AIRES: Zárate, 5 m, *Burkart* 9166 a y b (SI); Gral. Rodríguez, 68 m, *Burkart* 26348 (SI). *M. chilensis* J. Presl. CATAMARCA: Pomán, 2500-2750 m, *A.T. Hunziker* 20470 (CORD). SAN JUAN: Angaló, 2150 m, *A.T. Hunziker* 23755 (CORD). *M. macra* Nees. CATAMARCA: Ancasti, 2500-2750 m, *A.T. Hunziker* 15660 (CORD); Pomán, 2500-2750 m, *A.T. Hunziker* 15712

(CORD). CÓRDOBA: Punilla, 750-1000 m, *Nicora* 1483 (SI). BUENOS AIRES: Gral. Rodríguez, 200-400 m, *R. Millán* 26385 (SI). SAN LUIS: Capital, 700 m, *A.T. Hunziker* 13089 (CORD); San Martín, 1200 m, *A.T. Hunziker* 14607 (CORD). SANTA FE: Caseros, 21 m, *A.T. Hunziker* 18978 (CORD). *M. stuckertii* Hack. CATAMARCA: El Alto, 1300 m, *A.T. Hunziker* 15654 (CORD). CÓRDOBA: Calamuchita, 560 m, *A.T. Hunziker* 16115 (CORD); San Javier, 753 m, *A.T. Hunziker* 18635 (CORD); Punilla, 980 m, *Nicora* 2697 (SI); San Alberto, 2200 m, *Nicora* 1823 (SI).

Tribu *Poaeae*: *Festuca arundinacea* Schreb. CÓRDOBA: Marcos Juárez, 112 m, *A.T. Hunziker* 19006 (CORD); Río Cuarto, 440 m, *A.T. Hunziker* 24117 (CORD). SANTA FE: Gral. López, 100 m, *Franceschi* 760 (CORD). *F. circinata* Griseb. CATAMARCA: Ambato, 3800-3900 m, *A.T. Hunziker* 20904 (CORD). CÓRDOBA: Calamuchita, 2000-2400 m, *A.T. Hunziker* 9587 (CORD), 2600 m, *A.T. Hunziker* 9042 (CORD), 2800 m, *A.T. Hunziker* 9540 (CORD); San Alberto, 2200 m, *A.T. Hunziker* 6385 (CORD). SAN LUIS: Junín, 2200 m, *A.T. Hunziker* 11834 (CORD). *F. aff. fiebrigii* Pilg. SAN LUIS: Pringles, 960 m, *D.L. Anderson* 2559 (CORD). *F. hieronymi* var. *expansa* (St. Yves) Türpe. CATAMARCA: Capayán, 1400 m, *A.T. Hunziker* 18358 (CORD); Valle Viejo, 1600 m, *A.T. Hunziker* 15653 (CORD); Andalgala, 2250 m, *A.T. Hunziker* 18498 (CORD); Ambato, 1900 m, *A.T. Hunziker* 18536 (CORD), 2600-2700 m, *A.T. Hunziker* 19095 (CORD), 2700-2900 m, *A.T. Hunziker* 19128 (CORD), 2900-3100 m, *A.T. Hunziker* 19243 (CORD), 2900-3100 m, *A.T. Hunziker* 19235 (CORD), 3000 m, *A.T. Hunziker* 19843 (CORD), 3100-3300 m, *A.T. Hunziker* 19724 (CORD), 3300-3400 m, *A.T. Hunziker* 19793 (CORD). CÓRDOBA: Río Cuarto, 500 m, *A.T. Hunziker* 16492 (CORD); Colón, 685 m, *A.T. Hunziker* 11379 (CORD); Punilla, 1100-1400 m, *A.T. Hunziker* 7836 (CORD). LA RIOJA: Capital, 2400 m, *A.T. Hunziker* 5196, 5210 (CORD). SAN LUIS: Gral. Pedernera, 1100 m, *A.T. Hunziker* 12548 (CORD). *F. hieronymi* Hack. var. *hieronymi*. CÓRDOBA: Colón, 800 m, *A.T. Hunziker* 9476 (CORD); Punilla, 1450 m, *A.T. Hunziker* 6436 (CORD), 1500-1600 m, *A.T. Hunziker* 17975 (CORD); Calamuchita, 2400 m, *A.T. Hunziker* 9557 (CORD). SAN LUIS: Capital, 990 m, *D.L. Anderson* 1353 (CORD); Gral. Pedernera, 1100 m, *D.L. Anderson* 1115 (CORD). *F. magellanica* Lam. CÓRDOBA: Calamuchita, 2800 m, *A.T. Hunziker* 9043 (CORD), 2880 m, *A.T. Hunziker* 9656 (CORD). SAN LUIS: Junín, 2200 m, *A.T. Hunziker* 11832 (CORD). *F. nardifolia* Griseb. CATAMARCA: Ambato, 2700 m, *A.T. Hunziker* 22260 (CORD), 3800 m, *A.T. Hunziker* 22223, 22252 (CORD), 3800-3900 m, *A.T. Hunziker* 19999 (CORD). *F. parodi* St. Yves. CATAMARCA: Ambato, 1700-1800 m, *A.T. Hunziker* 21621 (CORD); Pomán, 2100-2300 m, *A.T. Hunziker* 20292 (CORD), 2500 m, *A.T. Hunziker* 20401 (CORD), 2500-2750 m, *A.T. Hunziker* 20503 (CORD). *F. tucumanica* E.B. Alexeev. CATAMARCA: Ambato, 3100-3300 m, *A.T. Hunziker* 19726 (CORD), 3500 m, *A.T. Hunziker* 20917, 20990, 20993, 21002 (CORD). CÓRDOBA: San Alberto, 1450 m, *A.T. Hunziker* 6476 (CORD), 2200 m, *A.T. Hunziker* 8740, *Luti* 6025, 6135, 6147 (CORD); Punilla, 1500 m, *A.T. Hunziker* 17689 (CORD); San Javier,

1800 m, A.T. *Hunziker 18625* (CORD). SAN LUIS: Junín, 2200 m, A.T. *Hunziker 11836* (CORD). *F. villipalea* (St. Yves) E.B. Alexeev. CATAMARCA: Tinogasta, 3100 m, A.T. *Hunziker 14239* (CORD). CÓRDOBA: Cruz del Eje, 1700 m, A.T. *Hunziker 13766* (CORD). *F. weberbaueri* Pilg. CATAMARCA: Ambato, 3100-3300 m, A.T. *Hunziker 19723* (CORD); Antofagasta, 3325 m, *Ullbarri 667* (CORD). *Lolium multiflorum* Lam. CÓRDOBA: Unión, 300 m, A.T. *Hunziker 22991* (CORD). *Poa annua* L. JUJUY: La Rinconada, 3800 m, *Kurtz 11614* (CORD). LA RIOJA: Famatina, 2100 m, *Kurtz 13408* (CORD), 2600 m, *Kurtz 14762* (CORD). MENDOZA: Las Heras, 2400 m, *Kurtz 9424* (CORD). *P. bonariensis* (Lam.) Kunth. LA RIOJA: Gral. Lavalle, 2000 m, *Kurtz 14323* (CORD). *P. calchaquiensis* Hack. JUJUY: Tumbaya, 2000 m, *Kiesling 5251* (SI), 3200 m, *Cabrera 18361* (CORD); Susques, 4500 m, *Cabrera 9082* (CORD). *P. hieronymi* Hack. LA RIOJA: Famatina, 2500 m, *Kurtz 13516*, *15065* (CORD), 2600 m, *Kurtz 14770* (CORD). *P. holciformis* J. Presl. MENDOZA: Las Heras, 2720 m, *Kurtz 3566* (CORD); Tunuyán, 3500-3600 m, *Kurtz 11054*, *11055* (CORD). SAN JUAN: Calingasta, 1375 m, *Kurtz 9666* (CORD). *P. hubbardiana* Parodi. CÓRDOBA: Calamuchita, 2800 m, *Kurtz 2980* (CORD). *P. lanigera* Nees. CÓRDOBA: Capital, 387 m, *Kurtz 7258* (CORD). LA RIOJA: Famatina, 4500 m, *Kurtz 13994* (CORD). SANTA FE: Capital, 21 m, *Kurtz 6441* (CORD). *P. ligularis* Nees. CÓRDOBA: Capital, 450 m, *Kurtz 12191* (CORD); Colón, 454 m, *Kurtz 4368* (CORD). SANTA FE: Castellanos, 21 m, *Kurtz 6434* (CORD). *P. lilloi* Hack. JUJUY: Valle Grande, 4600 m, *Burkart & Troncoso 11879* (SI). SALTA: Cafayate, 2900 m, *Rodríguez 16* (SI); Rosario de Lerma, 3380 m, *Nicora 8999* (SI). TUCUMÁN: Tafí del Valle, 4200 m, *Lillo 5619* (CORD). *P. parviceps* var. *jujuyensis* Parodi ex Nicora. JUJUY: Humahuaca, 4670-4730 m, *J. Hunziker 10597* (SI). *P. perligulata* Pilg. JUJUY: Humahuaca, 4650 m, *Fernández 10011/2* (CORD). SALTA: Los Andes, 4700 m, *Novara 4925* (SI). TUCUMÁN: Tafí del Valle, 4300 m, *Parodi 10834* (CORD). *P. plicata* Hack. LA RIOJA: Famatina, 2000 m, *Kurtz 14593* (CORD); Chilecito, 3900 m, *Kurtz 14016* (CORD). MENDOZA: San Carlos, 3300 m, *Kurtz 11000* (CORD), 4300 m, *Kurtz 11078* (CORD). *P. resinulosa* Nees. CÓRDOBA: Calamuchita, 2800 m, *Kurtz 2989* (CORD). LA RIOJA: Chilecito, 2700-2800 m, *Kurtz 15376* (CORD). *P. scaberula* Hook. CÓRDOBA: Punilla, 2300 m, *Kurtz 3885* (CORD). *P. stuckertii* (Hack.) Parodi. CÓRDOBA: San Alberto, 2000 m, *Kurtz 2954* (CORD); Calamuchita, 2800 m, *Kurtz 3032* (CORD). LA RIOJA: Famatina, 2300 m, *Kurtz 15028* (CORD), 3650 m, *Kurtz 13889* (CORD); Chilecito, 2700-2800 m, *Kurtz 15402* (CORD). *P. superata* Hack. LA RIOJA: Famatina, 2600 m, *Kurtz 14770* (CORD).

Chloridoideae. Tribu *Eragrostideae*: *Eragrostis curvula* (Schr.) Nees. CÓRDOBA: Río Seco, 550 m, A.T. *Hunziker 23603* (CORD).

RESULTADOS

De un total de 78 especies observadas en

vivo, solo tres presentaron micofilas: *Lolium perenne* L., *Melica macra* Nees y *M. stuckertii* Hack., todas miembros de la subfamilia *Pooideae*, tribus *Poeae* y *Meliceae*.

El porcentaje de colonización fue del 70 al 80 % en *L. perenne* y *M. stuckertii*, y del 40 % en *M. macra*.

Las especies hospedantes presentaron el endosimbionte distribuido sistémicamente; en la mayoría, el endófito coloniza tanto el parénquima del vástago (fig. 1a) como las cariopsis (fig. 1b), salvo en *M. macra*, en la que solo se registró colonización en el parénquima.

Los 128 ejemplares de herbario estudiados representan a 35 entidades, de las que 12 resultaron colonizadas: *Festuca arundinacea* Schreb., *F. aff. fiebrigii* Pilg., *F. hieronymi* Hack. var. *expansa* (St. Yves) Türpe, *F. hieronymi* Hack. var. *hieronymi*, *F. parodii* St. Yves, *F. tucumanica* E.B. Alexeev, *Melica stuckertii* Hack., *Poa hieronymi* Hack., *P. holciformis* J. Presl, *P. lilloi* Hack., *P. plicata* Hack. y *P. stuckertii* (Hack.) Parodi, todas miembros de la subfamilia *Pooideae*, tribus *Meliceae* y *Poeae*.

La distribución del endosimbionte en estas plantas siguió patrones similares a los observados en los ejemplares vivos. *Poa hieronymi* y *P. plicata* solo presentaron colonización en el parénquima del vástago.

En ningún caso, ni en las plantas vivas ni en el material de herbario, se observaron estructuras sexuales del simbionte fúngico.

Se dan a conocer como nuevos hospedantes a *Festuca fiebrigii*, *F. hieronymi* var. *expansa*, *F. parodii*, *Melica macra*, *M. stuckertii*, *Poa hieronymi*, *P. holciformis*, *P. lilloi*, *P. plicata* y *P. stuckertii*. Se amplía el área de distribución de la asociación para *F. arundinacea*, *F. hieronymi* var. *hieronymi* y *F. tucumanica*.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el material de herbario, así como también en las plantas vivas, los géneros en los que se detectaron endófitos muestran diferente comportamiento de acuerdo a determinadas variables; a saber: la especie de *Poaceae* de la

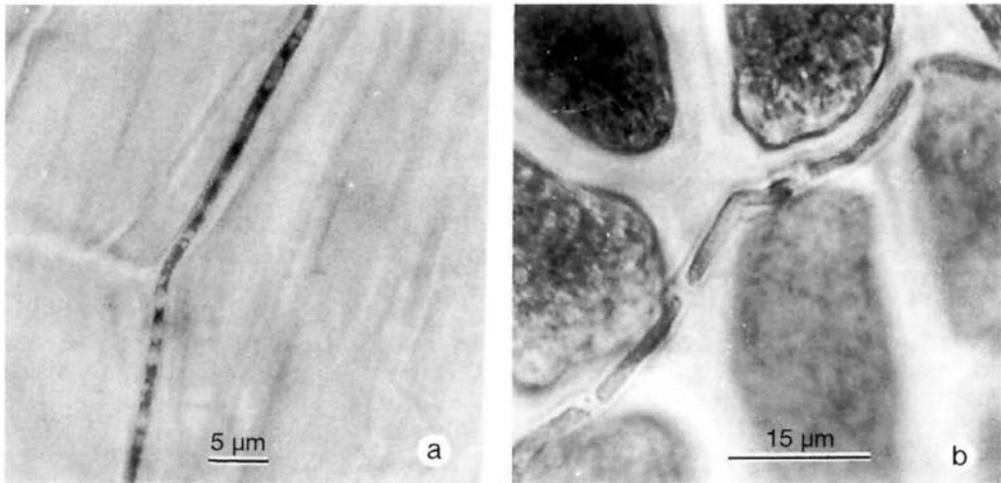


Fig. 1.—Endófito fúngico en *Melica stuckertii* Hack: a, hifa intercelular en parénquima del vástago; b, hifa entre el tegumento y la aleurona del fruto.

que se trate, la localidad a la que ésta pertenezca y la altitud a la que se encuentre. Es decir, hay especies de gramíneas que pueden formar esta interacción y otras que nunca lo hacen. En aquellas especies que la forman, la presencia del simbionte fúngico puede o no ser constante, dependiendo de la localidad y de la altitud a la que se encuentre el hospedante. Así, por ejemplo, en *F. hieronymi* var. *expansa*, a los 1000 m y en distintas poblaciones, o dentro de una misma población, se observaron individuos con endófito y sin él, coincidiendo con lo observado por distintos autores (WHITE & *al.*, 1993). Se desconocen las causas de la distribución errática de esta asociación en una misma especie hospedante. En el material de herbario, esta situación podría deberse a que los ejemplares son recolectados como individuos aislados, los que no reflejarían características poblacionales, mientras que en el caso de las plantas vivas deberían realizarse estudios más exhaustivos a nivel poblacional para poder indagar y hacer conjeturas sobre esta cuestión.

En general, la colonización ocurre en los ejemplares recolectados a menor altura. Para las especies estudiadas, la altitud extrema sería un factor limitante, dado que superados los 4000 m no se registró colonización.

La clase de simbiosis observada correspon-

dió al tipo III, ya que ninguno de los ejemplares examinados, tanto vivos como herborizados, presentó estromas o alguna exteriorización del simbionte fúngico. En este tipo de interacción, el micelio fúngico se distribuye intercelularmente en el vástago y entre el tegumento y la capa de aleurona en las cariopsis, dispersándose la simbiosis por medio de éstas (WHITE, 1988; WHITE & *al.*, 1993). En algunas de las plantas estudiadas se observó una variación en la distribución del endosimbionte, ya que la mayoría de las especies presentó el endófito tanto en el parénquima del vástago como en las cariopsis, mientras que otras solo lo tenían en el parénquima. Esto podría deberse a que en las especies perennes la simbiosis puede propagarse a través de las macollas o de los estolones sin llegar a colonizar los frutos.

De 232 micofilas conocidas en el mundo hasta el momento, 209 tienen como hospedantes a miembros de las seis subfamilias de *Poaceae* y representan a los tres tipos de interacción. Las áreas de distribución de esta interacción abarcan tanto zonas frías y templadas como tropicales. En el Hemisferio Norte son muy frecuentes las interacciones tipo I, II y III, mientras que en el Hemisferio Sur prevalecen las de tipo III (BACON & DE BATTISTA, 1991; BERTONI & *al.*, 1993; CHEPLICK &

CLAY, 1988a; CLAY, 1988, 1990; CLAY & LEUCHTMANN, 1989; LATCH & *al.*, 1984; MORGAN JONES & *al.*, 1990; NEILL, 1941; PHILIPSON, 1989; RIESEN & CLOSE, 1987; SAMPSON, 1935; WHITE, 1987, 1988; WHITE & COLE, 1985; WHITE & *al.*, 1990, 1993). En Sudamérica, hasta el momento, solo se registró la colonización del tipo III, en relación con la subfamilia *Pooideae* en zonas templadas y frías y *Panicoideae* en zonas tropicales (CABRAL & LUGO, 1993, 1994; MORGAN JONES & *al.*, 1990; WHITE & *al.*, 1990) y un tipo particular de colonización donde el endófito produce sus estructuras de reproducción asexual en la superficie de *Poa rigidifolia* Steud. (WHITE & *al.*, 1996). Nuestros resultados contribuyen a incrementar el número de especies conocidas de la subfamilia *Pooideae*, tribus *Meliceae* y *Poeae*, colonizadas y distribuidas en zonas templado-frías.

Los distintos tipos de interacción representan el paso gradual desde la simbiosis con características patogénicas (I y II) hasta la simbiosis mutualista (III), lo que podría deberse a la coevolución simbiote-hospedante (CLAY, 1988a, 1988b, 1990). Llama la atención que en el continente sudamericano solo se haya registrado el tipo de micofila simbiote mutualista, en ella, el endófito fúngico depende totalmente de su hospedante para dispersarse, ya que ha perdido por completo la capacidad de reproducción sexual, aunque conserva como fuente de variabilidad genética el proceso de parasexualidad característico de los *Deuteromycetes*. Hipotéticamente, la presencia de formas únicamente anamórficas en Sudamérica podría deberse a que muchos de los grupos más especializados de las *Poaceae* probablemente se originaron en Laurasia; sería allí donde se produce su asociación con endófitos del tipo patógeno, como *Epichloë*, llegando secundariamente a América del Sur. Esto trajo dificultades en la dispersión del simbiote fúngico, lo que pudo ocasionar que solo pasaran formas asexuales, o bien sexuales. Quizá las características particulares del clima y del entorno de Sudamérica hicieron que estas últimas no fueran exitosas y que solo prevalecieran aquellas asexuales. Actualmente, los estudios genéticos y molecula-

res sobre este tema tienen en consideración la hipótesis mencionada.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Marta Astegiano y a la bióloga M. Negritto, por su colaboración en la determinación de las especies estudiadas. Al Dr. M. Cabido y al biólogo E. Crespo, por la lectura crítica del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARACHA VALETA, M., C.W. BACON, C.S. HOVELAND & D.E. RADCLIFFE (1989). Effect of tall fescue endophyte on plant response to environmental stress. *Agron. J.* 81: 83-90.
- BACON, C.W. & J. DE BATTISTA (1991). Endophytic fungi of Grasses. In: D.K. Arora, B. Rai, K.J. Mukarji & G.R. Knudsen (eds.), *Handbook of Applied Mycology Soil and Plants*. Vol. 1: 231-256.
- BACON, C.W., J.K. PORTER & J.D. ROBBINS (1986). Ergot toxicity from endophyte infected weed grasses: a review. *Agron. J.* 78: 106-116.
- BERTONI, M.D., D. CABRAL, N. ROMERO & J. DUBCOVSKY (1993). Endófitos fúngicos en especies sudamericanas de *Festuca* (Poaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 29(1-2): 25-34.
- BRUEHL, G.W., W.J. KAISER & R.E. KLEIN (1994). An endophyte of *Achnatherum inebrians*, an intoxicating grass of Northwest China. *Mycologia* 86(6): 773-776.
- CABRAL, D. & M.A. LUGO (1993). Los endófitos de *Festuca hieronymi* y *Poa huecu*: dos plantas autóctonas tóxicas para el ganado. VI Congreso de Micología y XVI Jornadas Argentinas de Micología. 20-23 de octubre. *Póster núm. 1.091*.
- CABRAL, D. & M.A. LUGO (1994). Los endófitos fúngicos en Gramíneas de Argentina. VI Congreso Latinoamericano de Botánica. 2-8 de octubre. *Libro de Resúmenes*, pág. 106.
- CARROLL, G.C. (1988). Fungal endophytes in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont. *Ecology* 69(1): 2-9.
- CHEPLICK, G.P. & K. CLAY (1988). Acquired chemical defences in grasses: the role of fungal endophytes. *Oikos* 52: 309-318.
- CHU-CHOU, M., Z.Q. AN, J.W. HENDRIX, Q. ZHAI & M.R. SIEGEL (1990). Effect of endophyte on endogoneaceous mycorrhizal fungi reproducing on tall fescue. *Mycol. Soc. of Am. Newsletter* 41: 10.
- CLARK, E.M., J.F. JR. WHITE & R.M. PATTERSON (1983). Improved histochemical technique for the detection of *Acremonium coenophialum* in tall fescue and methods of in vitro culture of fungus. *J. Microbiol. Meth.* 1: 149-155.
- CLAY, K. (1986). Grass endophytes. In: N.J. Fokkema & J. van den Heuvel (eds.), *Microbiology of the Phyllosphere*: 188-204. Cambridge University Press, London.

- CLAY, K. (1988a). Fungal endophytes of grasses: a defensive mutualism between plants and fungi. *Ecology* 69(1): 10-16.
- CLAY, K. (1988b). Clavicipitaceous fungal endophytes of Grasses: Coevolution and the change from parasitism to mutualism. In: K.A. Pirozynski & D.L. Hawksworth (eds.), *Coevolution of fungi with plants and animals*: 79-107. Academic Press, London.
- CLAY, K. (1990). Comparative demography of three graminoids infected by systemic, clavicipitaceous fungi. *Ecology* 71(2): 558-570.
- CLAY, K. (1992). Mycophyllas and Mycorrhizas: comparisons and contrasts. In: D.J. Read, D.H. Lewis, A.H. Fitter & I.J. Alexander (eds.), *Mycorrhizas in Ecosystems*: 13-26. CAB, UK, Cambridge.
- CLAY, K., G.P. CHEPLICK & S.M. WRAY (1989). Impact of the fungus *Balansia henningsiana* in the grass *Panicum agrostoides*: Frequency of infection, plant growth and reproduction, and resistance to pests. *Oecologia* 80: 374-380.
- CLAY, K. & A. LEUCHTMANN (1989). Infection of woodland grasses by fungal endophytes. *Mycologia* 81(5): 805-811.
- LATCH, G.C.M., M.J. CHRISTENSEN & D.L. GAYNOR (1985). Aphid detection of endophyte infection in tall fescue. *N. Z. J. Agric. Res.* 28: 129-132.
- LATCH, G.C.M., M.J. CHRISTENSEN & G.J. SAMUELS (1984). Five endophytes of *Lolium* and *Festuca* in New Zealand. *Mycotaxon* 20(2): 535-550.
- MATTEUCCI, S.D. & A. COLMA (1982). OEA (ed.), *Metodología para el estudio de la vegetación*. E.V. Chesneau (ed.). Organización de los Estados Americanos. Serie de Biología. Monografía 22: 1-163. Washington, D.C.
- MORGAN JONES, G. & W. GAMS (1982). Notes on Hyphomycetes. XLI. An endophyte of *Festuca arundinacea* and the anamorph of *Epichloë typhina*, new taxa in one of two new sections of *Acremonium*. *Mycotaxon* 15: 311-318.
- MORGAN JONES, G., J.F. WHITE & E.L. PIONTELLI (1990). Endophyte-host associations in forage grasses. XIII. *Acremonium chilense*, an undescribed endophyte occurring in *Dactylis glomerata*. *Mycotaxon* 39: 441-454.
- NEILL, J.C. (1941). The endophytes of *Lolium* and *Festuca*. *N. Z. J. Soc. Technol.*, Sect. A 23: 185-193.
- ODOM, J.W., R.L. HAALAND, C.S. HOVELAND & E.M. CLARK (1981). Grass tetany potential of tall fescue infected with *Epichloë typhina*. *Agron. J.* 73: 378.
- PARODI, L.R. (1950). Las Gramíneas tóxicas para el ganado en la República Argentina. *Rev. Arg. Agron.* 17(3): 163-228.
- PEDERSON, J.F., R. RODRÍGUEZ KABANA & R.A. SHELBY (1988). Ryegrass cultivars and endophyte in tall fescue affect nematodes in grass and succeeding soybean. *Agron. J.* 80: 811-814.
- PHILIPSON, M.N. (1989). A symptomless endophyte of ryegrass (*Lolium perenne*) that spores on its host—a light microscope study. *N. Z. J. Bot.* 27: 513-519.
- RIESEN, T.K. & R.C. CLOSE (1987). Endophytic fungi in propiconazole-treated and untreated barley leaves. *Mycologia* 79(4): 546-552.
- SAHA, D.C., J.M. JOHNSON CICALESE, P.M. HALINSKY, M.I. VAN HEEMSTRA & C.R. FUNK (1987). Occurrence and significance of endophytic fungi in the fine fescue. *Plant Dis.* 71(11): 1021-1024.
- SAMPSON, K. (1935). The presence and absence of an endophytic fungus in *Lolium temulentum* and *L. perenne*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 19: 337-343.
- SEGEL, M.C., G.C.M. LATCH & M.C. JOHNSON (1987). Fungal endophytes of grasses. *Ann. Rev. Phytopathol.* 25: 293-315.
- VICARI, M. & D.R. BAZELY (1993). Do grasses fight back? The case for antiherbivore defences. *Trends Ecol. Evol.* 8(4): 137-141.
- WEST, C.P., E. IZEKOR, D.M. OOSTERHUIS & R.T. ROBBINS (1987). Endophytic fungus effects on tall fescue tolerance of drought and nematodes. *Arkansas Farm Research*. Nov.-Dec.: 3.
- WEST, C.P., E. IZEKOR, D.M. OOSTERHUIS & R.T. ROBBINS (1988). The effect of *Acremonium coenophialum* on the growth and nematode infestation of tall fescue. *Plant Soil* 112: 3-6.
- WHITE, J.F. JR. (1987). The widespread distribution of endophytes in the Poaceae. *Plant Dis.* 71: 340-342.
- WHITE, J.F. JR. (1988). Endophyte-host associations in forage grasses. XI. Proposal concerning origin and evolution. *Mycologia* 80(4): 442-446.
- WHITE, J.F. JR. & G.T. COLE (1985). Endophyte-host associations in forage grasses. I. Distribution of endophytes in some species of *Lolium* and *Festuca*. *Mycologia* 77(2): 323-327.
- WHITE, J.F. JR., T.I. MARTIN & D. CABRAL (1996). Endophyte-host associations in grasses. XXII. Conidia formation by *Acremonium* endophytes on the phylloplanes of *Agrostis hiemalis* and *Poa rigidifolia*. *Mycologia* 88: 174-178.
- WHITE, J.F. JR., G. MORGAN JONES & A.C. MORROW (1993). Taxonomy, life cycle, reproduction, detection of *Acremonium* endophytes. *Agric. Ecosyst. Environm.* 44: 13-47.
- WHITE, J.F. JR., A.C. MORROW & G. MORGAN JONES (1990). Endophyte-host associations in forage grasses. XII. A fungal endophyte of *Trichachne insularis* belonging to *Pseudocercospora*. *Mycologia* 82(2): 218-226.

Editado por: Carlos Lado
Aceptado para publicación: 8-I-1998